

Frakturen und Luxationen der oberen Halswirbelsäule (Atlas und Axis)

Joachim Sammassa

1975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551907_0053

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik
Murnau/Obb.

ehem. Chefarzt: Professor Dr. med. A. LOB
Ärztlicher Direktor: Priv.Do. Dr. med. J. PROBST

Frakturen und Luxationen der oberen Halswirbelsäule
(Atlas und Axis)

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Joachim Sammassa
aus Rosenheim

München 1974

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. A. LOB
Mitberichterstatter:	Professor Dr. G. HEBERER
Dekan:	Professor Dr. W. SPANN

Tag der mündlichen Prüfung: 11.3.1975



Meiner Mutter

gewidmet

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

A	Vorbemerkung	7
B	Allgemeiner Teil	
	Derzeitiger Stand des Schrifttums	8
	I. Anatomie der Occipito-Cervicalgegend	8
	II. Regionale Entwicklungsgeschichte	16
	III. Funktion und Mechanik der oberen Halswirbelsäule	18
	IV. Nichttraumatische pathologische Veränderungen	20
	1. Anomalien und Fehlbildungen	21
	2. Entzündliche Erkrankungen	25
	3. Degenerative Veränderungen	28
	4. Geschwülste	29
	V. Verletzungsformen und Entstehungsmechanismen	30
	1. Kontusionen und Distorsionen	31
	2. Luxationen	33
	3. Frakturen	38
	VI. Klinische Symptomatik der Frakturen und Luxationen der beiden obersten Halswirbel	48
	VII. Diagnostik der Frakturen und Luxationen von Atlas und Axis	54
	VIII. Behandlungsarten und deren Ergebnisse	60

1. Methoden und Ergebnisse der nichtoperativen Therapie	60
2. Methoden und Ergebnisse der operativen Therapie	77
C Spezieller Teil	
Ergebnisse aus dem Unfallkrankenhaus Murnau (UKM) 89	
I. Zur Methodik	89
II. Verletzungsformen	90
1. Atlasluxationen	92
2. Axisluxationen	92
3. JEFFERSON-Frakturen	93
4. Atlasbogenbrüche	93
5. Frakturen der Massae laterales atlantis	94
6. Frakturen des Dens axis	94
7. Axiskörperbrüche	95
8. Axisbogenbrüche	96
9. Axis-Gelenkfortsatzfrakturen	97
10. Axis-Dornfortsatzfrakturen	97
III. Alters- und Geschlechtsverteilung	99
IV. Berufsgliederung	102
V. Zugehörigkeit zu den einzelnen Berufsgenossenschaften	104
VI. Zeitliche Zusammenhänge	106
VII. Unfallart und -hergang	107

VIII. Nebenverletzungen	116
IX. Art der Erstbehandlung	128
X. Dauer der Erstbehandlung	132
XI. Art der Behandlung im Unfallkrankenhaus Murnau (UKM)	135
1. Behandlung frischer Verletzungen	135
2. Behandlung länger zurückliegender Ver- letzungen (Übungsbehandlung)	140
XII. Dauer der Behandlung im UKM	148
XIII. Behandlungsergebnisse im UKM	150
1. Anatomisches Ergebnis	151
2. Funktionelles Ergebnis	154
3. Subjektives Ergebnis	157
4. Korrelationen zwischen anatomischem, funktionellem und subjektivem Ergebnis	162
XIV. Soziale Rehabilitation	166
XV. Gesamtübersicht aller 51 Fälle	169
D. Zusammenfassung	179
E. Literaturverzeichnis	189

A Vorbemerkung

Die hier vorliegende Arbeit befaßt sich mit Frakturen und Luxationen von Atlas und Axis. Diese beiden Halswirbel nehmen aufgrund ihrer Morphologie und ihrer funktionellen Bedeutung als Bindeglied zwischen dem knöchernen Schädel und der übrigen Wirbelsäule eine Sonderstellung ein. Daraus resultieren wiederum vielfältige Besonderheiten gegenüber der allgemeinen Wirbelpathologie, -symptomatik, -diagnostik und -therapie.

Eine Fraktur in diesem Wirbelsäulenabschnitt, insbesondere ein Abbruch des Zahnfortsatzes des Axis, galt seit dem Altertum als das klassische Beispiel einer Wirbelfraktur. Die Gefährdung des Rückenmarks durch Frakturen und Luxationen der beiden obersten Halswirbel wurde zwar früher zweifellos überschätzt. Dennoch handelt es sich hier um schwere Verletzungsformen, die gerade angesichts der steigenden Zahlen der Straßenverkehrsunfälle mit der häufigen Beteiligung der Halswirbelsäule das stete Interesse des Unfallchirurgen verdienen. Die Tatsache, daß die Verletzungsgefahr von Frakturen in diesem Abschnitt der Wirbelsäule besonders groß ist, läßt ebenso wie das Faktum, daß sich einheitliche Behandlungsrichtlinien für die einzel-

nen Verletzungsformen dieser Region noch nicht herausgeschält haben, eine eingehende Beschäftigung mit den Erfahrungen eines großen Unfallkrankenhauses im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte als sinnvoll erscheinen. Gleichzeitig soll versucht werden, neben den häufig in der Literatur diskutierten Verletzungsarten wie Dens-axis-Frakturen oder Atlasluxationen auch weniger beachtete Fraktur- und Luxationsformen der oberen Halswirbelsäule in den rechten Zusammenhang einzuordnen.

B Allgemeiner Teil

Derzeitiger Stand des Schrifttums

I. Anatomie der Occipito-Cervicalgegend

Das Os occipitale mit seinen Kondylen dient dem Atlas zur gelenkigen Verbindung mit dem Schädel. Das Hinterhauptbein gliedert sich in die große Squama ossis occipitalis, die kleine Pars basilaris und die beiden Partes laterales. Letztere tragen die Condyli occipitales, zwei konvex-elliptische Körper, deren Längsachsen nach vorne konvergieren und auf den oberen Gelenkgruben des Atlas ruhen. Die Kondylen übertragen das Gewicht des Kopfes auf die Massae la-

terales des Atlas und damit auf die Wirbelsäule. Das Os occipitale bildet ferner die kaudale Abschlußplatte des Schädels, über der Pons, Kleinhirn und teilweise die Medulla oblongata liegen und die durch das Foramen occipitale magnum das Rückenmark in den Wirbelkanal austreten läßt.

Die Anatomie der beiden ersten Halswirbel zeigt auffallende morphologische Abweichungen vom normalen Wirbeltypus. Dieser Formdifferenz entsprechen auch besondere funktionelle Aufgaben von Atlas und Axis. Der erste Halswirbel oder Atlas zeichnet sich insbesondere durch das Fehlen eines Wirbelkörpers und eines Dornfortsatzes aus. Die Massae laterales atlantis, die miteinander durch die beiden Atlasbögen verbunden sind, erfüllen die Funktion des verlorengegangenen Wirbelkörpers (EXNER 1954). Sie stellen den massivsten Teil des Atlas dar und tragen auf ihrer kranialen wie kaudalen Seite Gelenkflächen zur Artikulation mit den Hinterhauptskondylen bzw. dem Axis. Die Foveae articulares superiores konvergieren nach ventral, zeigen eine ovale Form und sind von dorsal nach ventral konkav gewölbt, gegen die Medianlinie und nach kaudal geneigt und nicht selten zweigeteilt. Die Facies articulares inferiores hingegen sind nahezu kreisförmig, flach oder leicht

konvex, gegen die Medianlinie und etwas nach dorsal gerichtet. Der hintere Atlasbogen trägt das Tuberculum posterius, das als rudimentärer Dornfortsatz aufgefaßt werden kann (EXNER 1954). Hinter der oberen Gelenkfläche nahe den Massae laterales zeigt dieser Bogen eine Furche, den Sulcus arteriae vertebralis, durch den die gleichnamige Arterie vom Foramen transversarium kommend zum Hinterhaupt verläuft. Die Furche kann durch eine deckende Knochenspanne in einen Kanal umgewandelt sein. Der vordere Atlasbogen trägt an seiner Innenseite die leicht konkav gewölbte Fovea dentis zur Artikulation mit dem Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels und an seiner Vorderseite das kleine Tuberculum anterius. Die von den Foramina transversaria durchlöchernten Querfortsätze des Atlas entstanden aus der Verschmelzung von Processus costarius und Processus transversarius. Sie laden weiter zur Seite aus als diejenigen der anderen Halswirbel und sind von außen durch die Weichteile unterhalb des Warzenfortsatzes deutlich zu tasten. Die Processi uncinati, die für Verletzungen der mittleren und unteren Halswirbelsäule so große Bedeutung haben, fehlen am Atlas ebenso wie am Axis. Das Foramen vertebrale atlantis ist selbst nach Abzug der durch das Ligamentum transversum abgeteilten Densloge noch sehr weit, ein Umstand, dem bei Verletzungen in diesem Bereich große Bedeutung zukommt.

Der zweite Halswirbel oder Axis (im deutschen Schrifttum mitunter auch noch Epistropheus genannt) ist seiner Morphologie wie Funktion nach ein Bindeglied zu den normalen Halswirbeln. An seiner oberen Fläche trägt der Axis in seinem ventralen Bereich den Processus odontoideus, den Zahnfortsatz. Dieser zahnförmige, zylindrische Körper bildet die Achse für die Drehbewegungen des unteren Kopfgelenks. Der Dens axis erreicht beim Erwachsenen eine Länge von 20 mm im Durchschnitt und gliedert sich in Collum, Caput und Apex. Der Zahnfortsatz besitzt an seiner Vorder- und Rückseite je eine Gelenkfläche zur Artikulation mit dem vorderen Atlasbogen bzw. dem Ligamentum transversum atlantis. Die Gelenkflächen der seitlichen unteren Kopfgelenke, auf denen der Atlas bei seiner Rotation gleitet, sind leicht konvex bis nahezu flach und dorso-lateral geneigt und liegen beiderseits des Zahnfortsatzes auf einem breiten Sockel, der bereits der Bogenwurzel angehört. An seiner kaudalen Fläche trägt der Axis Gelenkfortsätze und Gelenkflächen, die denjenigen der folgenden Halswirbel entsprechen. Das Schlußstück des Axisbogens ist besonders kräftig ausgeprägt und durch zwei Zacken gespalten. Der Dornfortsatz zeichnet sich ebenfalls durch seine Länge und seinen massiven Bau aus. In der Seitenansicht nimmt er sich aus "wie der Schnabel eines Raubvogels" (EXNER 1954). Die Querfort-

sätze dagegen sind kurz und weisen nach lateral und kaudal. Das Foramen transversarium durchsetzt sie beiderseits am kaudalen inneren Eingang in horizontaler Richtung, am kranialen außen gelegenen Ausgang im Winkel von 45 Grad. Die Gelenkverbindung des Axis nach kaudal zum dritten Halswirbel erfolgt über die seitlichen unteren Wirbelgelenke und die Zwischenwirbelscheibe, die im Gegensatz zum Atlanto-Axialgelenk in dieser Segmenthöhe schon voll ausgebildet wird und auch beim Erwachsenen erhalten bleibt.

Oberes und unteres Kopfgelenk ermöglichen durch ihren besonderen Bau die Bewegung des Kopfes wie in einem Kugelgelenk (BENNINGHOFF-GOERTTLER 1960). Im oberen Kopfgelenk (Articulatio atlanto-occipitalis) erfolgen in erster Linie die Beuge- und Streckbewegungen. Seitwärtsneigung ist nur in geringem Ausmaß möglich. Die konvexen Gelenkflächen der beiden Condylar occipitales korrespondieren mit den konkaven oberen Gelenkflächen des Atlas. Die Kondylen können als längliche Ausschnitte aus der Oberfläche eines ellipsoiden mit der langen Achse transversal liegenden Querkörpers aufgefaßt werden, wobei die Querachse stärkere Krümmung als die Längsachse zeigt (RAUBER-KOPSCH 1967). Krümmungsunterschiede zwischen dem rechten und dem linken Kondylus sind nicht selten, wobei der rechte meist

flacher ist. Die Gelenkkapsel erscheint schlaff und setzt dicht an der Knorpelgrenze an.

Das untere Kopfgelenk (Articulatio atlanto-axialis) zeigt einen sehr komplexen Aufbau mit 7 knöchernen und einer überknorpelten Gelenkfläche. Das Gelenk ist in hohem Maße auf die Drehbewegung spezialisiert. Seitwärtsneigung ist auch hier nur in kleinem Ausmaß möglich. Die Articulatio atlanto-axialis mediana wird von Processus odontoideus, Fovea dentis atlantis und dem Ligamentum transversum gebildet. Die vordere Gelenkfläche des Zahnfortsatzes artikuliert mit dem Arcus anterior atlantis, die hintere mit dem Ligamentum transversum, das sich zwischen den beiden Massae laterales atlantis hinspannt. Beide Gelenkfacetten sind elliptisch geformt mit vertikal stehender Längsachse. Der Dens axis bildet die Gelenkachse, um die sich Kopf und Atlas bei der Drehung bewegen. Die Articulationes atlanto-axiales laterales liegen zwischen den kaudalen Gelenkflächen des Atlas und den Facies laterales des Axis. Da beide Gelenkflächen leicht konvex sind, finden sie nur linearen Kontakt zueinander (BENNINGHOFF-GOERTTLER 1960), während vorne und hinten die Gelenkspalten klaffen bzw. von meniskoiden Einlagerungen ausgefüllt sind. Die Gelenke besitzen eigene Kapseln mit weiten und schlaffen Kapselwänden.

Der Bandapparat der Kopfgelenke hat wesentliche Fixationsaufgaben zu erfüllen. Die Membranae atlanto-occipitales anteriores et posteriores spannen sich vom oberen Rande des Arcus anterior bzw. posterior des Atlas zur Unterfläche des Okziput bzw. zum hinteren Rand des Foramen occipitale magnum. Die dünnere hintere Membran wird lateral knapp oberhalb ihres Ursprungs von der Arteria vertebralis durchbrochen und verschließt die große Lücke zwischen Atlas und Os occipitale im Wirbelkanal. Die Membrana atlanto-occipitalis anterior ist ebenso wie die Membrana atlanto-axialis anterior als Verlängerung des vorderen Längsbands nach kranial aufzufassen. Das Ligamentum longitudinale posterior findet hingegen seine Fortsetzung in der Membrana tectoria, die von der Hinterfläche des Axiskörpers zum Clivus zieht. Die zwischen beiden letztgenannten Membranen liegenden Wirbelsäulenligamente haben ihre besondere Bedeutung für die Fixation des Dens axis. Die Ligamenta alaria verlaufen von der Densspitze zu den lateralen Regionen des Foramen magnum medial der Kondylen. Sie sind wichtige Führungs- und Hemmungsbänder für die Kopfbewegungen, insbesondere die Seitwärtsneigung. Das Ligamentum cruciatum hat sein Zentrum an der oberen Hinterfläche des Dens axis. Seine vier Schenkel werden von dem querverlaufenden Ligamentum transversum und den wesent-

lich schwächeren Fasciculi longitudinales, die vom Axiskörper zum Vorderrand des Foramen occipitale magnum ziehen, gebildet. Das Ligamentum transversum atlantis teilt das vom Atlasring gebildete Wirbelloch in eine Densloge und in eine (größere) Rückenmarkloge. Die zentrale Bedeutung des Ligamentum transversum für die wesentlichen Verletzungsformen in diesem Wirbelsäulenabschnitt wird noch an anderer Stelle eingehend zu würdigen sein. Die Aufgabe des Ligamentum cruciatum besteht darin, den Dens axis in seiner physiologischen Stellung zu halten (GROGONO 1954). Schließlich finden wir in diesem Bereich noch das Ligamentum apicis dentis, ein zartes Bändchen, das sich vom oberen Zahnfortsatzende zur Mitte des ventralen Randes des Foramen occipitale magnum hingieht und weniger von funktionellem als von entwicklungsgeschichtlichem Interesse ist, stellt es doch einen Rest der Chorda dorsalis dar (VOSS-HERRLINGER 1963).

Schließlich sei noch kurz auf Gefäße und Nerven der Okzipito-Zervikalregion eingegangen. Die Arteria vertebralis nimmt einen stark gewundenen Verlauf (drei Knickungen) in ihrer knöchernen Verlaufsstrecke bis zum Schädeleintrittspunkt.

Der Ramus dorsalis des ersten Zervikalnerven, der durch den Sulcus arteriae vertebralis zieht und eine enge Verbindung zu diesem Gefäß unterhält, besitzt eine motorische Wurzel (= N. suboccipitalis) zur Versorgung der tiefen Nackenmuskulatur, während die sensible Wurzel rudimentär bleibt und daher für die Genese des Okzipitalschmerzes ohne Bedeutung bleibt (BROCHER 1955). Die sensible Wurzel des zweiten Zervikalnerven ist dafür umso kräftiger entwickelt. Die Gegend des Hinterkopfes und Nackens wird im wesentlichen vom Ramus dorsalis des zweiten Halsnerven (= N. occipitalis major) motorisch und insbesondere sensibel versorgt. Seine Wurzel zieht nicht durch ein Foramen intervertebrale, sondern perforiert die Membran zwischen Atlas und Axis. Durch die Nähe seiner Verlaufsstrecke zum Atlanto-Axialgelenk ist der Nervus occipitalis major bei Verletzungen desselben leicht Schädigungen ausgesetzt.

II. Regionale Entwicklungsgeschichte

Nur kurz sei auf die Ontogenese der Okzipito-Zervikalregion eingegangen. Ausführliche Darstellungen finden sich bei BROCHER (1955) und TORKLUS und GEHLE (1970). Am Os occipitale interessiert insbesondere die Entstehung der Pars basilaris, die aus dem Zusammenschluß der ersten vier bis

fünf primären Wirbelanlagen hervorgeht (u.a. Ante-Proatlas und Proatlas, ALBRECHT 1878). Beim vorderen Atlasbogen haben wir es mit dem Bestehenbleiben einer hypochondralen Spange zu tun, die bei den übrigen Wirbeln nur früh-embryonal auftritt (REITER). Die Verknöcherung beginnt zu uneinheitlichen Zeitpunkten, aber meist im Verlauf des ersten Lebensjahrs und endet zwischen dem 7. und 10. Lebensjahr. Der hintere Bogen und die Massae laterales bilden sich aus der paarigen Blastemanlage des Neuralrohrs des ersten Zervikalsegments. Die Verknöcherung beginnt schon im zweiten Embryonalmonat und ist mit dem 3., spätestens 4. Lebensjahr abgeschlossen (GEIPEL 1955). Der Dens axis (Verknöcherungsbeginn im 5. Embryonalmonat) entspricht dem Atlaskörper, der sich schon im Stadium der knorpeligen Entwicklung dem Körper des Axis anschließt. Erster und zweiter Halswirbelkörper verschmelzen beim Kind im Alter von 6 - 7 Jahren ("physiologische Blockwirbelbildung" nach BROCHER), wodurch der Atlaskörper zum Processus odontoideus wird. Das häufig bei Kindern ab dem zweiten Lebensjahr zu beobachtende Ossiculum terminale Bergmann entsteht aus dem Proatlas (HAYEK 1923) und verschmilzt etwa im Alter von 12 Jahren mit dem Dens axis. Beim Ausbleiben dieser Verschmelzung beobachten wir das Os odontoideum (und gleichzeitige Denshypoplasie). Die

Axisbögen verknöchern ab 2. Embryonalmonat, der Bogenschluß erfolgt im 2. - 3. Lebensjahr, die Verschmelzung mit dem Axiskörper etwa mit 7 Jahren.

III. Funktion und Mechanik der oberen Halswirbelsäule

Die obere Halswirbelsäule hat im wesentlichen drei Aufgaben:

1. Sie bildet das knöcherne Schutzschild für den obersten Abschnitt des Rückenmarks.
2. Atlas und Axis sind Stützen und Träger des Schädels.
3. Die Kopfbewegungen werden im überwiegenden Maße in diesem Wirbelsäulenabschnitt ausgeführt.

Dieser letzte Punkt verdient eingehendere Behandlung. Jeder Wirbelsäulenabschnitt hat eine in einer Richtung besonders ausgeprägte Beweglichkeit. Bewegungen in der Sagittalebene (Beugung und Streckung) zeigen nach BROCHER einen nahezu gleich großen Bewegungsausschlag im Atlanto-Okzipitalgelenk (15,6 Grad im Mittel) und im Atlanto-Axialgelenk (14,3 Grad im Mittel). Die Gesamtbeweglichkeit läge

damit im Durchschnitt bei 30 Grad, einem Wert, den schon MOLLIER fand und den auch TORKLUS und GEHLE als Mittel angeben. Die individuelle Schwankungsbreite ist außerordentlich groß, wie die Reihenmessungen von LEWITT und KRAUSOVA (1963) mit 7 - 22 Grad im oberen Kopfgelenk und 5 - 30 Grad im unteren Kopfgelenk ergaben. Die Gesamtbeweglichkeit schwankt also beim Gesunden zwischen 17 und 54 Grad. EXNER hatte etwas abweichende Werte gemessen: 18 - 33 Grad bzw. 6,5 - 17,5 Grad, Gesamtbeweglichkeit 24,5 - 50,5 Grad. Messungen an freipräparierten anatomischen Präparaten führten demgegenüber in der Regel zu erhöhten Werten (35 - 50 Grad nach FICK u.a.). Im Gegensatz zur mittleren und unteren Halswirbelsäule überwiegt hierbei an den beiden Kopfgelenken die Beugekomponente gegenüber der Streckung. Neben der Kopfneigung ist die Drehung von besonderer funktioneller Bedeutung. Sie erfolgt im Atlanto-Axialgelenk, einem ausgesprochenen Dreh- oder Radgelenk, bei dem der Dens axis als Drehzapfen und der Axiskörper als Drehscheibe fungiert und die Massae laterales sich dabei auf den seitlich leicht abfallenden Gelenkflächen des Axis auf einer Schraubenlinie bewegen (BROCHER). Das Gesamtausmaß der Beweglichkeit soll nach LIECHTI bei 30 Grad nach jeder Seite liegen, wogegen BROCHER anhand von Untersuchungen an anatomischen Präparaten nur 17 -

27,5 Grad unilateral angibt. Bei den Drehbewegungen bilden Atlas und Schädel eine funktionelle Einheit; im oberen Kopfgelenk findet keine Drehbewegung statt. Die seitlichen Bewegungen in den Kopfgelenken sind funktionell unbedeutend. Sie erreichen nach LEWITT und KRAUSOVA (1964) im Mittel nur 5,5 Grad (individuelle Schwankungen zwischen 1 und 14 Grad). BAKKE gibt für das Atlanto-Axialgelenk allein nur 0 - 4 Grad an, während das Maximum der Halswirbelsäulenbeweglichkeit (insgesamt im Mittel 25,9 Grad) im mittleren Halswirbelsäulenbereich liegen soll. Der Axis rotiert bei Seitneigung des Kopfes stets in Richtung der Neigung. Eine reine Seitwärtsneigung gibt es nicht, sie ist immer mit konkavseitiger Rotation verbunden (EXNER). Erwähnenswert ist noch die Seitverschiebung ("Abduktion", DANKMEIER und RETHMEIER), die zum Übertreten des Gelenkkrands auf einer Seite und einer asymmetrischen Stellung des Processus odontioideus zwischen den Massae laterales führt. Seitverschiebungen werden auch als anatomische Varianten beobachtet (LESTER und MOIR).

IV. Nichttraumatische pathologische Veränderungen

Die nicht durch Gewalteinwirkung hervorgerufenen Veränderungen der Okzipito-Zervikalgegend sind angesichts der

Themenstellung dieser Arbeit nur von differentialdiagnostischem Interesse. Letzteres rechtfertigt aber immerhin eine zusammenfassende Würdigung, wobei wiederum auf die eingehenden Monographien von BROCHER (1955) und TORKLUS und GEHLE (1970) verwiesen sei.

1. Anomalien und Fehlbildungen

Die Fehlbildungen nehmen in dieser Region eine zentrale Stellung ein. Sie führen zu veränderten Lagebeziehungen zwischen Os occipitale, Atlas und Axis und können dadurch subjektive Beschwerden hervorrufen, die unter Umständen denen im Gefolge von Verletzungen gleichen.

Die klinische Manifestation findet viele Fehlbildungen erst im mittleren Lebensalter, andere bleiben gar zeitlebens klinisch stumm. Die Symptome erstrecken sich nach DIECKMANN (1966) in absteigender Häufigkeit auf Hinterkopfschmerzen, Schwindelerscheinungen, Gleichgewichtsstörungen, häufig unter dem Bilde eines chronischen Zervikalsyndrom, Gliedmaßenpareesen und Paraesthesien. Daß die Beschwerden durch Entzündungen, aber auch Traumen verschlimmert werden können (JANTZEN und DIECKMANN 1958), verdient in diesem Zusammenhang Erwähnung. Pathophysiologisch haben wir es meist mit der Irritation von Gefäßen (A. vertebralis) oder neurologischen Strukturen bzw. der Störung der Halswirbelsäulen-

stellung und -beweglichkeit zu tun.

Aus der Vielfalt der Anomalien und Fehlbildungen seien die wesentlichsten herausgegriffen. Bei der basilären Impression finden wir eine trichterförmige Einstülpung der Schädelbasis in kaudokranialer Richtung im Gebiet des Foramen occipitale magnum. Ebenso wie beim normalen Os occipitale sind auch bei der basilären Impression Asymmetrien die Regel. Nach BROCHER (1964) ist diese angeborene Anomalie die häufigste der Okzipito-Zervikal-egend, aber zugleich auch die unproblematischste. Sie soll bei 10 - 15 % aller Menschen zu beobachten sein und nur selten Beschwerden verursachen.

Die Manifestation des Okzipitalwirbels zeigt sich durch die Bildung von Leisten und Vorsprüngen in der Randzone des Foramen occipitale magnum (TORKLUS und GEHLE), führt aber beim Menschen nie zur Ausbildung eines vollständigen Wirbels. Diese Fehlbildung ist als regressive Veränderung aufzufassen und zeichnet sich durch eine außerordentliche Vielfalt an Varianten aus (mehr als ein Dutzend nach TORKLUS und GEHLE).

Die Atlasassimilation hingegen gilt als progressive Veränderung (BROCHER 1955). Sie soll nach den oben er-

wähnten Autoren bei 0,1 - 0,2 % der Bevölkerung vorkommen und sich häufig nach einem Nackentrauma klinisch manifestieren. Das Ausmaß der knöchernen Verschmelzung des Atlas mit dem Os occipitale ist großen Schwankungen unterworfen; auch einseitige Formen, die dann zum ossären Schiefhals führen, kommen vor.

Die Atlasbogendysplasien betreffen fast ausschließlich den hinteren Bogen (TORKLUS und GEHLE). Am häufigsten beobachtet man einen fehlenden Bogenschluß (Spina bifida atlantis, nach GEIPEL 1955 bei 4 % der Bevölkerung), während ein vollständiges Fehlen des hinteren Atlasbogens selten ist. Halbseitige Aplasien sind etwas häufiger. Die Lücken im knöchernen Aufbau werden durch fibröses Gewebe ausgefüllt.

Eine Atlas-Axis-Fusion ist isoliert bisher nur in Einzelfällen beobachtet worden; häufiger ist jedoch die Einbeziehung der oberen Halswirbel in eine komplette Fusion der gesamten Halswirbelsäule beim Klippel-Feil-Syndrom oder eine Fusion des Axis mit dem dritten Halswirbel (TORKLUS und GEHLE).

Axisbogenspalten treten wesentlich seltener auf als solche am Atlas (Häufigkeit nach GEIPEL: 0,4 %). Sie

finden sich ausschließlich im Bereich des Abgangs des Dornfortsatzes. Das Os odontoideum stellt ein selbständiges Knochensegment dar, das sich an der Stelle des normalen Dens axis im Röntgenbild darstellt, aber oft auch dem Nachweis entzieht (daher auch die früher verwendete Bezeichnung "Densaplasie"). Sein Vorhandensein wird meist erst nach Eintritt von Komplikationen, wie der Atlasluxation, in der Sagittalebene oder seitwärts diagnostiziert. Diese Luxation führt bei entsprechender Einengung des Rückenmarkkanals nicht selten zu neurologischen Symptomen. Da diese Fehlbildung nach Latenzzeiten fast stets zu Beschwerden führt und schon unerhebliche Traumen oder besondere Anstrengungen hier eine Tetraplegie auslösen können, ist sie klinisch bedeutsamer als alle bisher erwähnten Entwicklungsstörungen. Die Differentialdiagnose zur Denspseudarthrose nach nicht knöchern ausgeheilten Frakturen ist in Einzelfällen schwer zu stellen wenn nicht gar unmöglich (McREA). Eine Dysplasie des Dens axis kann sich u.a. in einem Dens bicornis, einem breitbasigem Densabgang oder einer zu kurzen Ausbildung (Denshypoplasie) manifestieren (TORKLUS und GEHLE). Ein Ossiculum terminale persistens im Erwachsenenalter (unter Umständen mit gleichzeitiger Denshypoplasie) ist bisher nur in einzelnen Fällen beschrieben worden.

2. Entzündliche Erkrankungen

Rheumatische Erkrankungen wie die chronische Polyarthrit
tis (insbesondere primär chronische Polyarthrit, PcP) führen häufig zu Veränderungen im Halswirbelsäulenbereich. Nach einer Untersuchung von ISDALE und CONLON (1971) konnten solche bei entsprechend langem Bestehen der Krankheit bei mehr als der Hälfte der untersuchten Patienten (92 von 171) beobachtet werden, insbesondere in Form einer atlanto-axialen Subluxation, die allerdings gewöhnlich zu keinen neurologischen Störungen führt. Die Luxation erfolgt hierbei fast ausschließlich nach vorne; bisher wurden nur einige wenige Fälle einer hinteren Atlasluxation beschrieben (VERJAAL und HARDER 1965, ISDALE und CORRIGAN 1970). SCHILLING, HAAS und SCHACHERL (1963) beobachteten bei 8 % (SHARP und PURSER 1961: 6,4 %) ihrer Patienten mit chronischem Gelenkrheumatismus (fast ausschließlich PcP) atlanto-axiale Dislokationen. Die atlanto-dentale Gelenkspaltenweite, welche mit dem Ausmaß der Ventralverschiebung des Atlas korreliert, schwankt in ihren 10 Fällen (einschließlich M. BECHTEREW) zwischen 4 und 22 mm (physiologisch bis 2 mm), wobei die neurologische Toleranzgrenze bei 10 - 15 mm liegen soll. Auch Seitverschiebungen und zusätzliche Rotationskomponenten werden beobachtet. Weiterhin

sind mobile und permanente Dislokationen zu unterscheiden. Die entzündlich-destruktiven Vorgänge im vorderen und hinteren Zahngelenk führen zu einer Lockerung und schließlich Zerreißung der Verankerungsbänder und einer Arrosion des Dens axis (TORKLUS und GEHLE). Eine atlanto-okzipitale Dislokation rheumatischer Genese ist demgegenüber ein äußerst seltenes Ereignis. Das obere Kopfgelenk wird überhaupt selten von einer rheumatischen Zervikalarthritis erfaßt. Ihre klinischen Zeichen sind die Verschmälerung der Gelenkspalten, eine subchondrale Sklerose und eine Usurierung der Gelenkflächen. Auch die Spondylarthritis ankylopoetica (Morbus Bechterew) kann die Kopfgelenke erfassen und zu ähnlichen Veränderungen wie die chronische Polyarthritis führen. So beobachteten SCHILLING, HAAS und SCHACHERL bei 6,5 % ihrer Bechterew-Patienten Vertraldislokationen des Atlas. Das Ausmaß der Verschiebung kann extreme Weiten erreichen, wie ein Fall von HOHMANN (1966) bezeugt, bei dem intermittierende Lähmungen auftraten bei einer Verschiebung des Atlas um eine Wirbelbreite nach vorne bei gleichzeitigem Dens-Ermüdungsbruch. Die rheumatoide Arthritis im Kindesalter manifestiert sich oft unter dem Bild eines akuten Schiefhalses. Sie geht teilweise in eine chronische juvenile Polyarthritis über und führt ebenfalls vorwiegend zur vorderen Atlasluxation.

Die chronische atlanto-axiale Dislokation nach McCREA dürfte wenigstens in einem Teil der Fälle auf eine jugendliche rheumatoide Arthritis zurückzuführen sein (TORKLUS und GEHLE). Sie zeigt nach BROCHER auch enge Beziehungen zum GRISEL-Syndrom, das in diesem Zusammenhang mit den entzündlichen Erkrankungen der oberen Halswirbelsäule ebenfalls Beachtung verdient, obwohl seine Ätiologie noch nicht vollständig geklärt ist. Es handelt sich dabei um eine nichttraumatische spontane Atlasluxation (HARDLEY) im Gefolge einer Infektion des Rachenraums, eines Retropharyngealabszesses oder einer Tonsillektomie (BROCHER). Dieses Syndrom beobachten wir fast ausschließlich bei Kindern und Jugendlichen (Durchschnittsalter 13 Jahre). Der Prozeß soll lymphogen fortgeleitet werden und zur Erschlaffung oder Zerreißung des Ligamentum transversum oder zu einer Schwellung des zwischen ihm und dem Processus odontoideus gelegenen Schleimbeutel führen (BROCHER). Das klinische Bild ist gekennzeichnet durch heftige Nackenschmerzen; der Kopf wird ängstlich mit den Händen gestützt. Im Zusammenhang mit Subluxationsstellungen des Atlas ist allerdings zu beachten, daß bei Kindern nach VINZ (1964) in extremen Dorsal- und Anteflexionsstellungen Dislokationen bis zu 4 - 5 mm ohne pathologische Bedeutung möglich sind (Erwachsene: 1 - 2 mm). Eine umfassende Darstellung

nichttraumatischer Halswirbelsäulendislokationen findet sich bei BOEVER und HENNEBERT (1953, 119 Fälle) sowie bei DONALDSON (1956, 37 Fälle). Die Spondylitis tuberculosa (Malum Pott suboccipitalis) wird heute kaum mehr beobachtet (TORKLUS und GEHLE), während sie um die Jahrhundertwende recht häufig auftrat (LANNELONGUE 1888). Das Leiden, das hauptsächlich Jugendliche befällt, führt zur Erschlaffung und Zerstörung des Bandapparats (besonders folgeschwer bei Befall des Ligamentum transversum atlantis) und in fortgeschrittenen Fällen zur Zerstörung der Kopfgelenke. Röntgenbefund und klinische Symptomatik stehen oft in auffälligem Widerspruch zueinander. Auch hier gelten Lageveränderungen zwischen Okziput, Atlas und Axis als die gefürchtetsten Komplikationen. Die Lokalisation einer Lues III im Bereich der Okzipito-Zervikalgegend ist im Zeitalter der Antibiotikatherapie so gut wie gar nicht mehr zu finden. Unspezifische Spondylitiden können hämatogen oder durch direkte Infektion über lokale Verletzungen entstehen und führen nicht selten zu Blockwirbelbildungen (TORKLUS und GEHLE, LOB).

3. Degenerative Veränderungen

Spondylosen werden im Bereich der Kopfgelenke wegen des

Fehlens der Bandscheiben nicht beobachtet. Auch in dem von kranial aus betrachtet erstem Zwischenwirbelscheibengelenk zwischen Axis und drittem Halswirbel werden degenerative Veränderungen der Bandscheibe wesentlich seltener als etwa im unteren Halswirbelsäulenbereich gesehen (TORKLUS und GEHLE). Die senile ankylosierende Hyperostose FORESTIER breitet sich ebenfalls nur ausnahmsweise bis zum unteren Axialgelenk hinauf aus (BROCHER, TORKLUS und GEHLE). Eine (Spondyl-) Arthrosis deformans dagegen befällt auch die Kopfgelenke, wobei das mittlere Atlanto-Axialgelenk (Zahngelenk) am häufigsten betroffen wird (nach OLSSON 1942: 36 % der 41 - 50jährigen, 68 % der 51 - 60jährigen, 88 % der über 61-jährigen). Wichtigste Röntgenzeichen sind die Gelenkspaltenverschmälerung (Knorpelschwund), Randsklerosen und Osteophytenbildungen (BROCHER). Die seltenere Lokalisation in den seitlichen Atlanto-Axialgelenken kann nach BROCHER nach Verletzungen und geringen Subluxationen auftreten.

4. Geschwülste

Nach BROCHER ist die Okzipito-Zervikalregion kein ausgesprochener Lieblingssitz für Tumoren. Sehr selten werden primäre Tumoren (Osteome, Osteosarkome, Chondrome, Chon-

drosarkome, Riesenzelltumoren, Chordome, Plasmozytome) beobachtet. Osteolytische und osteoplastische Metastasen von Mamma-, Prostata- und Bronchialkarzinomen sind schon wesentlich häufiger auffindbar. Sie können zu ausgedehnten Zerstörungen führen.

V. Verletzungsformen und Entstehungsmechanismen

Wir finden in der Literatur grundsätzlich verschiedene Einteilungsmöglichkeiten für Wirbelsäulenverletzungen. So unterteilt LIECHTI (1948) nach den Verletzungsmechanismen in Biegungsverletzungen durch Flexion, Biegungsverletzungen durch Hyperextension (Überstreckungsbrüche), reine Kompressionsverletzungen und Scherungsverletzungen. Der gleiche Autor bietet auch eine Einteilung an, die auf den Verletzungsformen basiert. Hiernach werden isolierte Bänderverletzungen, isolierte Luxationen, isolierte Wirbelkörperfrakturen, isolierte Fortsatzfrakturen sowie Luxationsfrakturen unterschieden. Die Einteilung nach LOB (1954) berücksichtigt funktionelle und pathologisch-anatomische Gesichtspunkte: Kontusionen und Distorsionen - isolierte Bandscheibenverletzungen - isolierte Wirbelkörperbrüche - Wirbelkörperfrakturen mit Bandscheibenverletzungen (mit oder ohne Luxationen) - echte Luxationen - isolierte Bogen-

und Fortsatzfrakturen. Letztere Einteilung hat in der Literatur besondere Beachtung gefunden, ist aber für die speziellen Verhältnisse an der oberen Halswirbelsäule (Fehlen der Zwischenwirbelscheiben in den beiden Kopfgelenken, abweichende Anatomie von Atlas und Axis) nicht voll praktikabel. Unter diesen Umständen befriedigt eine rein auf die Morphologie der Verletzung ausgerichtete Unterteilung noch am meisten, wie sie (mit Variationen) bei BROCHER (1955), TORKLUS und GEHLE (1970) u.a. zu finden ist. Sie soll auch auf den folgenden Seiten dieser Arbeit zur Anwendung kommen.

1. Kontusionen und Distorsionen

Diese insbesondere im Bereich der oberen wie der unteren Halswirbelsäule sehr häufig zu beobachtenden Verletzungsformen interessieren hier nur am Rande infolge ihrer differentialdiagnostischen Bedeutung, da sich das Thema der hier vorliegenden Arbeit ausdrücklich auf Frakturen und Luxationen der oberen Halswirbelsäule beschränkt. Unter Distorsionen verstehen wir Überstreckungen oder Überbeugungen der betreffenden Gelenke mit Gelenkerguß, Bänder-, Kapsel- und (oder) Muskelverletzungen. Der typische Unfallmechanismus ist hierbei die mehrphasige Schleuderung der Halswirbelsäule

("Whiplash injury", GAY und ABBOTT 1953). Bei Auffahrunfällen von hinten (mit plötzlicher Beschleunigung des Fahrzeuges) erfolgt primär eine Hyperextension (klassische Form der Peitschenschlagverletzung im Sinne von GAY und ABBOTT), bei Zusammenstößen mit voran-fahrenden oder entgegenkommenden Fahrzeugen (mit plötzlicher Abbremsung) primär eine Hyperflexion der Halswirbelsäule. Auch seitliche und rotatorische Schleuderungen können vorkommen. Die Rückschleuderung soll eher zu Verletzungen der oberen, die Vorschleuderung zu Verletzungen der mittleren und unteren Halswirbelsäule führen (TORKLUS und GEHLE 1970). Reine Hyperextensions- oder Hyperflexionsverletzungen sind selten, überwiegend (bei Autounfällen fast ausschließlich) handelt es sich um eine Abfolge mehrerer Überstreckungen und Überbeugungen der Halswirbelsäule innerhalb sehr kurzer Zeitabläufe. Es treten fließende Übergänge zwischen reinen Gelenkdistorsionen und leichten Subluxationen auf. Letztere Diagnose wird in der Literatur etwas uneinheitlich gebraucht, eine Abgrenzung zu echten Luxationen ist oft sehr schwierig. Echte Frakturen und Luxationen sind beim HWS-Schleudertrauma insgesamt selten und am ehesten noch bei primären Hyperflexionsmechanismen zu beobachten. Dass Kontusionen und

Distorsionen bei Peitschenschlagverletzungen die bei weitem häufigste Verletzungsform darstellen (nach einer 10 700 Fälle umfassenden Statistik von FRANKEL 95 %), zeigt sich schon daran, daß der Ausdruck "HWS-Schleudertrauma" nicht selten nicht nur als Beschreibung des Verletzungsmechanismus verwendet, sondern als Synonym für Zerrungen und Weichteilabrisse an der Halswirbelsäule gebraucht wird, was wir ablehnen !

2. Luxationen

Reine Luxationen werden nach LOB (1954) nur im Bereich der Halswirbelsäule beobachtet. Die Beweglichkeit der Wirbelsäule ist in diesem Abschnitt auch am größten. Der kopfwärts gelegene Wirbel wird jeweils als der verrenkte bezeichnet. So sind etwa Luxationen zwischen dem zweiten und dritten Halswirbel "Axisluxationen". WEHNER (1967) fand im Bereich der Halswirbelsäule häufiger reine Luxationen als Luxationsfrakturen. Derselbe Autor unterscheidet vier Luxationsformen: Die einseitige oder R o t a t i o n s l u x a t i o n führt zur Ausbildung eines Caput obstipum nach der kranken Seite mit leichter Beugung und Abweichen des Dornfortsatzes aus der Mittellinie. F l e x i o n s l u x a t i o n e n (in der Regel nach vorne) führen zu kei-

nerlei seitlichen Achsenabweichungen, jedoch zum Abriß der dorsalen Bänder und zur Schädigung der betreffenden Bandscheiben. Sie sind oft mit Kompressionsfrakturen der entsprechenden Wirbelkörper verbunden. T o t a l - l u x a t i o n e n imponieren durch zusätzliche erhebliche Verschiebungen im Bereich der Zwischenwirbelscheiben und der Wirbelkörper bis zum Rande des tiefergelegenen oder vor denselben. Diese schwerste Verletzungsform führt ohne den "rettenden Bogenbruch" (L. BÖHLER) sicher zur Abquetschung des Rückenmarks. H y p e r e x t e n s i o n s l u x a t i o n e n erfolgen fast ohne Ausnahme nach hinten und teilweise unter Riß des (sehr starken) vorderen Längsbandes. Die sehr seltenen Hyperextensionsluxationen nach vorne werden am ehesten noch bei gleichzeitiger Axisfraktur (WEHNER 1967) beobachtet. Insgesamt sind Hyperextensionsluxationen wesentlich seltener als Flexionsluxationen, sie machen nach WEHNER nur 10 % aller Halswirbelverrenkungen aus. GELEHRTER hält Gleitverrenkungen generell für gefährlicher als Kippverrenkungen. Bei den Subluxationsformen verschieben sich die oberen Gelenkflächen nicht vollständig über die unteren, es bestehen fließende Übergänge zu den Distorsionen (vgl. oben) wie auch andererseits zu den schwereren Luxa-

tionsformen wie reitenden Verrenkungen, Luxationen mit Hochstand der oberen Gelenkfortsätze sowie Verhakungen.

Nach diesen mehr allgemeinen Ausführungen einige Anmerkungen zur speziellen Problematik im Okzipital-Zervikalbereich:

Eine Luxation zwischen den Hinterhauptkondylen und dem Atlas ist klinisch überaus selten zu sehen, da sie nahezu immer unmittelbar tödlich verläuft (BROCHER 1955). Sie begegnet daher fast nur dem Gerichtsmediziner. So beobachteten PETERS und MINAUF (1967) bei 109 tödlichen Verkehrsunfällen dreimal Dislokationen zwischen Okziput und Atlas mit gleichzeitigem Abriss der Medulla. Zudem wurden die meisten der bisher an Lebenden beobachteten Verschiebungen auf Osteomyelitiden (BOEVER und HENNEBERT 1953) eine rheumatische Arthritis oder eine Tuberkulose der Okzipito-Zervikalregion (von FINCKL) zurückgeführt. EVARTS (1970) schildert den Fall eines 11jährigen Jungen, der eine traumatisch bedingte Luxation zwischen Os occipitale und Atlas überlebte. Der Autor kann auf lediglich zwei weitere von FARTHING bzw. GABRIELSEN-MAXWELL publizierte vergleichbare Fälle verweisen.

Die Luxation zwischen Atlas und Axis (die eigentliche Atlasluxation nach der üblichen Nomenklatur) ist ebenfalls nur teilweise traumatischen Ursprungs. Die nicht-traumatischen Formen der spontanen Atlasluxation nach HARDLEY bzw. das damit in Zusammenhang stehende GRISEL-Syndrom wurden bereits an anderer Stelle besprechen. Ein- und Abrisse der Gelenkkapseln und Gelenkbänder (etwa durch Schleudertraumen) führen zu einer Lockerung der physiologischen Befestigungen mit anschließender Verdrehung und Verschiebung. Fälle mit gleichzeitiger rotatorischer Komponente überwiegen (BROCHER 1955). Geringgradige seitliche Verschiebungen oder Verlagerungen (1-2 mm) sollen bei jedem dritten Menschen vorkommen (LESTER und MOIR, FISCHEDICK). Die Diagnose einer echten Luxation muß deshalb unter strengen röntgenologischen Kriterien gestellt werden. Verschiebungen über 2 mm (bei Kindern gilt eine noch höhere Toleranzgrenze) sind zudem häufiger eine Folge von Entzündungen oder Fehlbildungen als von traumatischer Genese. Besondere Kritik BROCHERs gilt dem Begriff der Subluxation, die in ihrer Häufigkeit des Auftretens stark umstritten ist. Aber auch die echte Luxation wird nach BROCHER zu häufig diagnostiziert, tatsächlich soll sie ein "seltendes Ereignis" sein.

Eine isolierte Atlasluxation nach vorne (transligamentäre Luxation nach KIENBÜCK) gefährdet das Rückenmark stärker und ist meist tödlich, wenn nicht der hintere Atlasbogen gleichzeitig bricht. Die wichtigste Form der Atlasluxation ist nach SIMONS (1951) die doppel-seitige Verrenkung nach vorne mit gleichzeitigem Mit-vorliegen eines Densabbruchs am Axis. Luxationen nach hinten treten wesentlich seltener auf und sind meist ebenfalls mit Densfrakturen vergesellschaftet. Die reine Rotationsluxation ist durch fehlende Schädigung der Densführung (beidseitig entgegengesetzte Luxation) gekennzeichnet (SIMONS). Die einseitige Rotationsluxa-tion dagegen ist mit einer Schädigung des Dens axis und seines Bandapparates verbunden. Hier erfolgt eine Drehbewegung des Atlas nach vorne um das Gelenk der nichtluxierten Seite. Andere Autoren (SCHMIEDEN-MAHLER 1943) sehen die einseitige Verrenkung als typisch für das untere Kopfgelenk an.

Luxationen zwischen Axis und drittem Halswirbel (Axis-luxationen) weisen infolge der hier anzutreffenden ana-tomischen Verhältnisse (Gelenkflächen ähnlich den darun-ter folgenden Wirbelsäulensegmenten gestaltet, Vorhan-densein von Bandscheiben) keine auffälligen Besonder-heiten gegenüber einer typischen Wirbelluxation auf.

Sie interessieren im Rahmen dieser Arbeit nur am Rande und brauchen hier nicht eingehend besprochen zu werden.

3. Frakturen

Die seltenen Frakturen und Fissuren des Os occipitale bzw. der Hinterhauptkondylen werden meist als Folge eines direkten Traumas beobachtet (BROCHER 1955). Ein Sturz oder Schlag auf den Hinterkopf ist die hierbei häufigste Form der Gewalteinwirkung. Isolierte Frakturen eines Condylus occipitalis wurden bisher in der Literatur nur in drei Fällen berichtet (AHLGREN und DAHLERUP 1964). Die Autoren führen die Seltenheit dieser Bruchform darauf zurück, daß die Hinterhauptkondylen bei axialer Gewalteinwirkung wie Triebkeile wirkend den schwächeren Atlasring sprengen und so zur JEFFERSON-Fraktur führen, ohne selbst beeinträchtigt zu werden.

Atlasfrakturen sind demgegenüber schon wesentlich häufiger, wenngleich auch der erste Halswirbel zu den unterdurchschnittlich frakturgefährdeten Wirbelsäulenabschnitten zählt. Nach einer Statistik von LOB (1954) war der Atlas mit nur 0,28 % an der Gesamtzahl der Wirbelverletzungen beteiligt. Die besonderen anatomischen Ver-

hältnisse am Atlas und seine zentrale Stellung als Mittelglied der Kopfgelenke bestimmen die Besonderheiten der Frakturformen. Der Atlas ist infolge des Fehlens der Zwischenwirbelscheiben mit ihrer Polsterwirkung schlecht gegen senkrecht einwirkende Kräfte geschützt (BROCHER). Der klassische Typ der Atlasfraktur wurde 1920 von JEFFERSON beschrieben. Die sogenannte JEFFERSON-Fraktur (Atlasberstungsbruch) imponiert durch ein- oder beidseitiges Bersten des Atlasrings mit einem möglichen Ausriß des Ligamentum transversum atlantis an seiner Insertionsstelle und einer ein- oder beidseitigen Dislokation der Massae laterales nach seitlich, was zu einem Herausragen der Gelenkflächen über den Axis führt. Die Frakturlinien verlaufen meist vertikal in den lateralen Anteilen des vorderen und hinteren Bogens. Indirekte axiale Gewalteinwirkung über die Condylus occipitales einerseits und den Axiskörper andererseits führt zur Atlasberstung, wobei durch die Kompression dieses Wirbelsäulenabschnitts die Massae laterales nach seitwärts gepreßt werden. Die dicken Massae laterales frakturieren selber nur dann, wenn der Kopf während des Unfalls bei axialer Gewalteinwirkung auf eine Seite fixiert ist (GROGONO 1954, HIPPEL und KEYL 1963). So konnte denn auch JEFFERSON (1920) nur sieben Frakturen durch die Massae

laterales gegenüber 25 Frakturen des hinteren und 17 Frakturen des vorderen Bogens beschreiben. PLAUT (1938) fand unter 63 Atlasbrüchen ebenfalls nur 7 Frakturen der Massae laterales.

Atlasbogenbrüche treten bevorzugt in den schmalen hinteren Bogenpartien medial der Massae laterales auf, insbesondere im Bereich des Sulcus arteriae vertebralis. BROCHER (1955) weist auf das häufige Übersehen solcher Frakturen hin, was besonders dann zu beobachten ist, wenn es sich um eine Nebenverletzung handelt. Schon JEFFERSON erkannte in seiner Analyse von 46 Atlasfrakturen, daß im Falle eingetretener Verschiebungen der Frakturfragmente diese jeweils nach seitlich erfolgt. Kompressionserscheinungen seitens des Rückenmarks sind daher bei dieser Frakturform kaum zu befürchten. Sollten Rückenmarksläsionen auftreten, handelt es sich nach Ansicht von SHERK und NICHOLSON (1970) fast stets um die (seltenen) direkten Traumen. PLAUT (1938) analysierte insgesamt 63 Atlasbogenbrüche, worunter in 49 Fällen der hintere und in 14 Fällen der vordere Bogen betroffen war. Ähnliche Relationen, wenn auch bei geringeren Fallzahlen, werden auch in der neueren Literatur bestätigt (HOPF 1958). Das häufige Auftreten gleichzeitiger

Axisverletzungen ist unübersehbar: PLAUT beobachtete bei den oben angeführten 63 Atlasbogenbrüchen 24 gleichzeitige Dens-axis-Frakturen, 11 Axiskörper- oder Axisbogenbrüche und 21 Luxationen zwischen Atlas und Axis. SHERK und NICHOLSON (1970) fanden etwa bei einem Drittel ihrer Fälle gleichzeitige Axisverletzungen. Insbesondere vordere Bogenbrüche sind isoliert nur selten zu sehen (PLAUT 1938, TORKLUS und GEHLE 1970). Die indirekte (stumpfe) Gewalteinwirkung bei muskelfixierter Wirbelsäule steht nach HIPPEL und KEYL (1963) eindeutig im Vordergrund, direkte Verletzungen sollen nur ausnahmsweise möglich sein (z.B. Schußverletzung). Autounfälle stehen im Vordergrund der Verletzungsursachen (SHERK und NICHOLSON 1970). Interessant ist auch die Tatsache, daß Atlasfrakturen an Leichen nicht reproduziert werden können (JEFFERSON).

Atlasquerfortsatzbrüche sind relativ selten: PLAUT konnte z.B. nur über fünf Fälle berichten.

Die Dens axis-Fraktur ist die "klassische" Verletzungsform an der oberen Halswirbelsäule. Sie stand seit jeher im Zentrum des diesbezüglichen wissenschaftlichen Interesses. Diese Frakturform ist nicht besonders selten:

OSGOOD und LUND (1928) rechnen mit einer Rate von 1 - 2 % aller Wirbelfrakturen, AYMES und ANDERSON mit 13 %, CROOKS und BIRKETT, ebenso LOB (1954) mit 7 %, DEAK (1965) mit 5 % aller Halswirbelsäulenfrakturen (nach LOB ist die HWS mit 10 % an der Gesamtzahl der Wirbelsäulenbrüche beteiligt). BROCHER (1955) fand diese Fraktur wesentlich häufiger bei Männern als bei Frauen, was mit der unterschiedlichen beruflichen und verkehrsmäßigen Gefährdung erklärbar ist. Der Bruch tritt in der Regel an der schwächsten Stelle des Zahnfortsatzes ein, nämlich am Hals, was auch in Zusammenhang mit der Entwicklungsgeschichte zu sehen ist (DEAK und AFRA 1965). Als Frakturmechanismen kommen übermäßige Beugung oder Streckung der oberen Halswirbelsäule in Betracht. Relativ geringe Gewalteinwirkungen können mitunter schon eine Fraktur verursachen (TROJA 1951). Die experimentelle Erzeugung einer Densfraktur ist bisher in der Literatur nur in einem einzigen Fall belegt (FRITZSCHE 1913). WÜSTHOFF (1923) nahm Scherkräfte als wesentliche Komponente bei der Entstehung der Fraktur des Dens axis an. Die Krafteinwirkung erfolgt dabei fast stets auf den Kopf, kaum auf den Nacken selbst. Wahrscheinlich ist ein Zusammenwirken drehender und scherender Krafteinwirkungen für die Genese verantwortlich (SCHATZKER und andere 1971).

Häufig erfolgt mit der Densfraktur eine gleichzeitige Zerreißung des Ligamentum transversum atlantis, was nach BROCHER über Schwere und Ausmaß der Verletzung entscheidet. Bei Bandzerreiung ist eine Verschiebung des Zahnfortsatzes des Axis nach vorne oder (seltener) hinten möglich. Stärkere Dislokationen des Dens axis (und des hinteren Atlasbogens) gegenüber dem Axiskörper können leicht zu Rckenmarkeinklemmungen mit der bekannten neurologischen Symptomatik (Querschnittläsion) führen. Verschiebungen bis etwa ein Viertel der Zahnfortsatzbreite können noch toleriert werden (JAHNA 1958, HIPPE und KEYL 1963). Gleichzeitige Atlasluxationen bei Densfrakturen nennen wir seit KIENBCK (1918) "transdentale Luxationen". Bei der Hyperflexionsfraktur des Zahnfortsatzes ist eine gleichzeitige Luxation des Atlas nach vorne typisch (TORKLUS und GEHLE), ebenso wie gleichzeitige Frakturen des hinteren Atlasbogens durch gewaltsame Anstemmung gegen das Okziput. Letzterer Faktor kann unter Umständen lebensrettend wirken, da er ein Vorgeiten des Atlas auf diese Weise verhindert. Die Hyperextensionsfraktur des Dens axis entsteht durch einen Retroflexionsmechanismus. Sie ist als gefährlicher bezüglich neurologischer Komplikationen anzusehen (HOLDENER 1964); denn der Zahnfort-

satz wird hierbei im typischen Fall vom Atlasbogen nach hinten geschoben und kann so die Medulla oblongata lädieren. Das Ligamentum transversum atlantis luxiert und hat dadurch keine Bremswirkung. Diese Verletzungsform ist ebenfalls teilweise von einer Fraktur des hinteren, mitunter auch des vorderen Atlasbogens begleitet (TORKLUS und GEHLE). Rotatorische Komponenten sind oft an der Frakturgenese beteiligt, führen aber nur sehr selten von sich allein aus zu Frakturen (CORNER 1907). Auch seitliche Verschiebungen des Dens werden mitunter gesehen. Die Gewalteinwirkung erfolgt aber fast stets von vorne oder hinten, seitliche Kräfteinwirkungen mit Frakturfolge sind nur in Ausnahmefällen beobachtet worden (HARRFELDT 1957).

Eine Relation zwischen Ort der äußeren Krafteinwirkung und Verletzungstypus aufzustellen ist offenbar kaum möglich (AMYES und ANDERSON 1956). JAHNA (1961) gibt an, daß bei Stürzen aus der Höhe Aufschläge auf die Stirn über den Extensionsmechanismus zu Densfrakturen mit Atlasluxationen nach hinten, Aufschläge auf den Hinterkopf über Flexionsmechanismen zu Zahnfortsatzfrakturen mit Luxationen nach vorne führen. Das Ausmaß der Verschiebung ist auch noch abhängig vom Span-

nungszustand der Muskulatur.

Ein zusätzlicher Abriß des Ligamentum transversum atlantis, das an sich belastungsstabiler als der Zahnfortsatz selbst ist, wirkt sich auf die Schwere der Verletzung verstärkend aus (HOPF 1958). Frakturen mit Dislokation des abgebrochenen Zahnfortsatzes werden vom gleichen Autor als etwa viermal so häufig wie reine Densfrakturen ohne Verschiebungen angegeben. Dislokationen nach vorne sollen etwa doppelt so häufig auftreten wie solche nach hinten (38 gegen 19 Fälle bei BRÜHL 1935). JAHNA (1971) gibt dagegen umgekehrte Verhältnisse an: Er beobachtete neben 32 Luxationen nach hinten nur 15 nach vorne (ferner vier seitliche), ähnliche Angaben machen auch HIPP und KEYL (1963).

Hauptsächliche Unfallursachen sind Stürze aus der Höhe (OSGOOD und LUND 1928: 60 %, NACHEMSON 1960: 50 %), Autounfälle, darunter insbesondere Auffahrunfälle (AMYES und ANDERSON 1956 in USA: 60 % aller Dens axis-Frakturen). Seltener sind Stürze auf ebenem Gelände, Schläge auf den fixierten Kopf oder Sportunfälle (Kopfsprünge in seichtes Wasser) für die Entstehung dieser Verletzungsform verantwortlich. WOOD-JONES (1912) bezeichnete die Densfraktur als die typische

Verletzung beim Erhängen. Pathologische Zahnfortsatzfrakturen können in seltenen Fällen bei Wirbelsäulenmetastasen eines malignen Tumors beobachtet werden (POSER u.a. 1971).

Unter den sonstigen nicht den Zahnfortsatz des Axis betreffenden Frakturen des zweiten Halswirbels verdient insbesondere der Axiskörperbruch Beachtung. Diese Frakturform ist seltener als der Zahnfortsatzbruch (BROCHER), sie soll auch weniger gefährlich sein (HOPF 1958). Vertikalfrakturen durch den Axiskörper, die den Regelfall darstellen (TORKLUS und GEHLE 1970), können bei ursprünglich starker vertikaler Belastung (etwa Sturz auf den Kopf) auftreten. Möglicherweise ist diese Vertikalfaktur mit einer Abscherung der lateralen oberen Gelenkfläche einschließlich des Processus transversus (bei einseitig betonter axialer Krafteinwirkung) verbunden. Schräge Axiskörperverletzungen erfolgen nach dem gleichen Mechanismus wie die Dens axis-Faktur. Eine Horizontalfraktur durch den Axiskörper - eine ganz außergewöhnliche Verletzungsform - wurde von GARBNER (1964) geschildert. Häufiger als die Axiskörperverletzungen im strengen Sinne beobachtet man Knochenabsplitterungen, in der Regel lokalisiert an der unteren Axisvorderkante (Bandausriß mit Knochen-

splittermitnahme bei Hyperextension, Abscherfraktur bei Hyperflexion). Diese Kantenabbrüche sind in der Mehrzahl mit Bandscheibenverletzungen im Zwischenwirbelsegment C_2/C_3 verbunden.

Axisbogenbrüche sind seltner als Frakturen des Atlasbogens oder des Bogens des dritten Halswirbels. Durch seinen relativ starken Bau ist nämlich der Bogen des zweiten Halswirbels relativ gut gegen Verletzungen geschützt (BROCHER). Die Annahme von FISCHER und SPANN (1967), Axisbogenfrakturen wären extrem selten, lassen TORKLUS und GEHLE zumindest nicht für die spezielle Form der Bogenwurzelfraktur gelten. Die Bogenwurzel ist der am relativ schwächsten ausgebildete Bogenanteil und daher auch der typische Lokalisationsort einer Axisbogenfraktur. Auf den zweiten Halswirbel einwirkende Scherkräfte finden ein Widerlager im Wirbelbogengelenk C_2/C_3 , was zum Abbruch im Bogenwurzelbereich führen kann. Die Gewalteinwirkung erfolgt in der Regel von oben und hinten auf den in den Kopfgelenken retroflektierten Schädel bei vorgeneigter Wirbelsäule (TORKLUS und GEHLE). Solche Entstehungsmechanismen beobachten wir hauptsächlich beim Überschlagen eines Kraftfahrzeuges. Es können aber auch Axisbogenverletzungen bei Krafteinwirkung

auf eine flektierte Halswirbelsäule entstehen. DELORME (1967) etwa betont in einer Übersicht über 40 Axisbogenbrüche die Bedeutung sowohl der Flexions- wie der Extensionsmechanismen. Die Frakturlinien verlaufen meist vertikal oder schräg durch den Axisbogen. Eine Mitbeteiligung des vorderen Längsbands und der Bandscheibe zwischen zweitem und drittem Halswirbel ist möglich, was die Gefahr einer Rückenmarkverletzung erhöht. Auch beim Erhängen ist durch die plötzliche maximale Retroflexion des Kopfes eine Fraktur des Axisbogens verbunden mit einem Abriß des vorderen Längsbands und einer Dislokation des Dens axis nach dorsal mit folgender Rückenmarkskompression beobachtbar (TORKLUS und GEHLE).

Dornfortsatzfrakturen des Axis sind als recht selten anzusehen (BROCHER 1955). Sie entstehen an der oberen Halswirbelsäule durch Hyperextension (L. BÖHLER 1951).

VI. Klinische Symptomatik der Frakturen und Luxationen der beiden obersten Halswirbel

Frakturen und Luxationen im Bereich von Atlas und Axis imponieren durch lokalen Spontan- und Druckschmerz, Auf-

fälligkeiten der Kopfhaltung (Steifhaltung, Abstützung des Kopfes mit den Händen), Einschränkung der Beweglichkeit (insbesondere der Rotationsbewegungen) und mögliche neurologische Irritationen sensibler oder motorischer Art in unterschiedlichstem Umfang.

Luxationen an der oberen Halswirbelsäule verursachen in der Regel eine Schiefstellung und Zwangshaltung des Kopfes und einen vom normalen Status abweichenden Tastbefund der Dornfortsatzreihe (SCHMIEDEN und MAHLER 1943, BÜRKLE DE LA CAMP 1959).

Von besonderem Interesse sind in diesem Zusammenhang wiederum die Verrenkungen zwischen Atlas und Axis (Atlasluxationen). Die beidseitige Luxation nach vorne führt zu einer von der Norm abweichenden Stellung des Kopfes gegen den Hals. Hierbei ist eine starre Zwangshaltung des Kopfes bis zu einer abnormen Beweglichkeit desselben bei verschiedenen Patienten beobachtbar. Die Kopfbeugung kann mitunter durch eine verstärkte HWS-Lordose ausgeglichen sein, was bei geringer neurologischer Symptomatik eine Verknüpfungsgefahr heraufbeschwört (SIMONS 1951). Die beidseitige Luxation nach hinten führt zu einer Verlagerung des Kopfes nach hinten. Auch die einseitige Rotationsluxation zeigt

eine charakteristische Kopfhaltung: Der Schädel ist mit dem Atlas gedreht und wird in Zwangshaltung starr fixiert (SIMONS 1951). Die Schmerzsymptomatik soll bei fehlender Rückenmarkschädigung ähnlich ausgeprägt sein wie bei den Atlasfrakturen (HOPF 1958). So weist etwa FELTEN (1967) auf die häufig begleitenden Okzipitalneuralgien hin. Schmerzen und Bewegungseinschränkungen entwickeln sich mitunter erst allmählich (KAHN und YGLESIAS 1935). FELTEN (1967) erwähnt auch die häufig festzustellenden Diskrepanzen zwischen dem anatomischen Befund und der klinischen (auch der neurologischen) Symptomatik. Neurologische Komplikationen bei Luxationen von Atlas und Axis sind insgesamt nicht selten.

Der Atlasberstungsbruch nach JEFFERSON führt zu Nackensteifigkeit mit Kopfsteifhaltung und Schmerzen im Hinterkopfbereich. Die Symptomatik kann möglicherweise ähnlich einer Syringomyelie, einer Multiplen Sklerose oder von bandscheibenabhängigen hochsitzenden zervikalen Myelopathien verlaufen (SCHLEGEL 1958), was zu differentialdiagnostischen Überlegungen Anlaß geben kann.

Atlasbogenbrüche zeigen ein entsprechendes Beschwerdebild. Neuralgien im Bereich der Suboccipitalgegend sind bei ent-

sprechen der Anamnese stets verdächtig auf Atlasfrakturen (LOB 1954, BROCHER 1955). Das typische klinische Bild eines Atlasbogenbruchs bietet Hypo- oder Hyperästhesien im Bereich des N. occipitalis maior, das Vermeiden von Bewegungen, insbesondere des Kopfeigens, und die Abstützung des Kopfes mit den Händen. Möglicherweise treten auch Schluckbeschwerden auf (HIPPE und KEYL 1963). Bei blandem Verlauf ist die Verknennungsgefahr groß (PELLINI, STOCK). Rückenmarkläsionen sind meist auf Begleitverletzungen zurückzuführen (etwa Luxationen im oberen HWS-Bereich).

Die Symptomatik einer Dens axis-Fraktur äußert sich in Nackenschmerzen, welche sich bei Kopfbewegungen noch verstärken (insbesondere bei Beugung, NACHEMSON 1960: bei allen 26 Patienten seines Untersuchungsguts aufgetreten), Einschränkung der Beweglichkeit (insbesondere der Rotation, NACHEMSON: in 20 von 26 Fällen), Nackensteifigkeit und Schluckbeschwerden (FRITZSCHE 1913: bei 40 %, andere Autoren geben wesentlich niedrigere Werte an, so etwa NACHEMSON 1960: 2 von 26), Muskelverspannungen im Halsbereich (DEAK und AFRA 1965, SCHATZKER u.a. 1971) sowie Kopfabstützung mit den Händen (NACHEMSON: 6 von 26).

WAGNER und STOLPER (1898) unterschieden drei Schweregrade: Beim schwersten Verletzungsgrad hat der Kopf jeglichen Halt verloren ("wie beim Guillotinierten"), beim mittleren Typus (wohl der häufigsten Form) treten die Beschwerden ähnlich wie oben geschildert auf und schließlich beim leichtesten Verletzungsgrad bestehen häufig nur geringe subjektive Beschwerden. Auch BLOCKLEY und PURSER (1956) sowie BROCHER (1955) weisen auf die symptomarm verlaufenden Fälle hin und erwähnen die hierbei auftretende Gefahr der Verkenennung des Verletzungscharakters. Insgesamt gesehen scheinen die Dens axis-Frakturen weniger schmerzhaft als Atlasfrakturen zu verlaufen (BROCHER 1955). Die Schmerzsymptomatik einer Zahnfortsatzfraktur setzt im allgemeinen direkt ab Unfallereignis ein, kann sich in manchen Fällen aber auch erst nach Stunden oder Tagen entwickeln (AMYES und ANDERSON 1956). Die große Variationsbreite der Symptomatik bei Dens axis-Frakturen führt SCHLÄFLI (1946) auf die Mannigfaltigkeit der möglichen Zahnfortsatzdislokationen zurück.

Die Rate der neurologischen Komplikationen ist in der Literatur sehr unterschiedlich angegeben: Neurologische Ausfälle in irgendeiner Form konnten AMYES und ANDERSON (1956) bei 6 von 58, JAHNA (1971) bei 14 von 85, PURSER

und BLOCKLEY (1956) bei 3 von 11, J. BÖHLER bei einem von 19, DEAK und AFRA (1965) bei 5 von 6, HENTZER und SCHALIMTZEK (1971) bei 2 von 16, SCHATZKER u.a. (1971) bei 4 von 37 und schließlich NACHEMSON bei 3 von 26 Patienten beobachten. Fassen wir diese Ergebnisse zusammen, so kommt man auf eine neurologische Komplikationsrate von 14,7 % (38 von 258 Fällen). Hierbei ist auch noch zu bedenken, daß die neurologischen Erscheinungen häufig leichter Art sind und auch die Rückbildungstendenz insgesamt als gut bezeichnet werden kann.

Die Skala der Ausfallserscheinungen reicht von leichten Hypoästhesien bis zu den (relativ seltenen) totalen Querschnittsläsionen. Der Überblick über die in den letzten Jahren publizierte Literatur zeigt, daß die Gefährdung des Rückenmarks durch eine Fraktur des Dens axis zumindest heute nicht mehr so hoch liegt, wie in der älteren Literatur (z.B. OSGOOD und LUND 1928) angegeben. Die Gefahr von Spätkomplikationen (CORNER 1907, TROJA 1951, 16 Fälle aus der Literatur bei KLOSS 1966) bei Ausheilung der Dens axis-Fraktur mit Pseudarthrosenbildung darf allerdings nicht übersehen werden (vgl. auch weiter unten). Therapie-resistente Kopf- und Nackenschmerzen (über die Irritation vegetativer Nervengeflechte durch die ständige unphysiolo-

gische Stellungsänderung des Atlas) können nach TORKLUS und GEHLE (1970) auf eine mögliche Dens-Pseudarthrose hinweisen.

Axiskörperfrakturen führen häufig zu langanhaltenden heftigen Okzipitalneuralgien. Knochensplitterabrisse von den Wirbelkanten imponieren nicht selten mit Schluckbeschwerden, hervorgerufen durch ein retropharyngeales Hämatom (BROCHER 1955, 1970). Über die Häufigkeit neurologischer Komplikationen fehlen in der Literatur detaillierte Angaben, was auch für die Axisbogenbrüche gilt.

Axisdornfortsatzfrakturen zeigen die übliche Symptomatik eines Dornfortsatzbruchs und führen nie zu Rückenmarkläsionen.

VII. Diagnostik der Frakturen und Luxationen von Atlas und Axis

Die Inspektion der Okzipito-Zervikalgegend hält Ausschau nach Stufenbildungen, Haltungsanomalien, Blutergüssen und Hautabschrüfungen.

Die Palpation versucht (mit der hier gebotenen Vorsicht !) anomale Wirbelverschieblichkeiten, Druck-, Klopff- und

Stauchungsschmerzempfindungen, Muskelverspannungen und das Ausmaß der noch möglichen HWS-Beweglichkeit in den verschiedenen Raumebenen zu eruieren. Eine Prüfung auf neurologische Ausfälle bzw. Mißempfindungen hat sich dem stets anzuschließen.

Zur sicheren Diagnose einer Fraktur oder Luxation reichen die klinischen Symptome in aller Regel nicht aus. Die Röntgenaufnahme ist stets das entscheidende diagnostische Kriterium. Zur Routinediagnostik kommen bei allen Verletzungsformen zunächst Aufnahmen im anterior-posterioren sowie im lateralen Strahlengang in Frage. Unter den Spezialaufnahmen empfiehlt LOB (1954) insbesondere die Schrägprojektion. Für Sonderfälle bestehen noch folgende Möglichkeiten: gezielte Nah- und Fernaufnahmen zur genauen Erfassung von Struktur- und Konturveränderungen, Fernaufnahmen im Stehen nach JÄGER, stereoskopische Röntgenaufnahmen, Feinstfocusaufnahmen sowie Schichtbilder (Tomogramme). Die bei neurologischen Ausfällen eventuell in Frage kommende Myelographie oder Peridurographie erscheint LOB (1956) entbehrlich, da Blutergüsse bei frischen Wirbelerletzungen ohnehin die Darstellung der richtigen anatomischen Verhältnisse vereiteln.

Zur Diagnose von Luxationen (insbesondere zwischen Atlas und Axis) empfiehlt BROCHER (1962) als einzig wirklichkeitsgetreue Bilder Fernaufnahmen nach ORTHONELLO oder Schichtaufnahmen auf 150 cm. Funktionsaufnahmen in Ante-flexion / Retroflexion bzw. in Seitwärtsneigung rechts/ links haben ihren besonderen Wert für die Abdeckung mobiler Dislokationen von Atlas und Axis; denn bei Verzicht auf Funktionsaufnahmen (die ohnedies unter Beachtung strenger Vorsichtsmaßregeln auszuführen sind) bleibt eine traumatisch bedingte Luxationsneigung im Atlanto-Axialgelenk unerkannt (TORKLUS und GEHLE 1970). Schon leichte Normabweichungen im Standardbild sollten nach GELEHRTER (1961) Anlaß geben zur Anfertigung von Bewegungsbildern in aktiver Beugung und Streckung. Auch Schichtaufnahmen können in manchen Fällen weiterhelfen. Im Gegensatz zu der durch entzündliche Krankheiten bedingten Ventraldislokation des Atlas erscheint bei traumatischer Genese die Erweiterung des Gelenkspalt vorwiegend im oberen Anteil, wodurch die Öffnung im Röntgenbild V-förmiger erscheint (WOLLIN 1958). Die Gefahr der Verkennung der (normalerweise ziemlich leicht erkennbaren) Atlasluxation besteht nach BROCHER (1955) in besonderem Maße bei der einseitigen Rotationsluxation. Dieser Autor empfiehlt hier Seitenbilder und Aufnahmen durch den geöffneten Mund bei genauester Beobachtung der Atlas-Axis-Gelenkspalten.

Axisluxationen werden mit Hilfe von Frontal- und Sagitalaufnahmen diagnostiziert.

Für Frakturen am Os occipitale und an den Hinterhauptkondylen, die oft dem röntgenologischen Nachweis entgehen, schlägt BROCHER (1955, 1970) Aufnahmen im bregmatico-okzipitalen Strahlengang bzw. die Anfertigung von axialen Schichtbildern vor. Atlasfrakturen sind am besten im Schrägbild oder im Tomogramm zu sehen (BROCHER 1955, HIPPEL und KEYL 1963). Speziell für die JEFFERSON-Fraktur empfiehlt BROCHER (1962) schräge Schichtbilder oder eine modifizierte Einstellung nach SCHÜLLER. Solche Bilder kommen den an sich hierbei idealen axialen Aufnahmen am hängenden Kopf, die wegen der Bewegungseinschränkung in den Kopfgelenken bei dieser Frakturform nicht mehr durchführbar sind, am nächsten (SCHLEGEL 1958). Ein besonderes Kennzeichen der JEFFERSON-Fraktur ist nach dem gleichen Autor auf den Röntgenbildern der auffällige Hochstand des Dens axis.

Manche Atlasbogenfrakturen werden erst durch Heranziehen spezieller Projektionen sichtbar (BROCHER 1955). Schichtaufnahmen ermöglichen oft einen Verzicht auf riskante Funktionsbilder (WEISS 1958). Die Bogenbrüche erscheinen

im Röntgenbild immer in den seitlichen Abschnitten, wodurch sie sich von der angeborenen Spaltbildung (stets an der Stelle der medianen Vereinigung der Bögen) differenzieren lassen (TREFFTZ und BERNHARD 1963).

Die Fraktur des Dens axis wurde in der Vorröntgenära klinisch nur dann diagnostiziert, wenn gleichzeitig eine Luxation vorlag; andere Dens axis-Brüche wurden nur bei Obduktionen gesehen (JAHNA 1961). Die röntgenologische Diagnose ist deshalb schwierig, weil einerseits sich überschneidende Linien Zahnfortsatzbrüche vortäuschen können und andererseits sich die Bruchlinie häufig versteckt, wenn sie nicht orthograd vom Röntgenstrahl getroffen wird (SCHMORL-JUNGHANNS 1968). Auch bei dieser Frakturform beginnt man mit Standardaufnahmen im anterior-posterioren bzw. lateralen Strahlengang, erstere am besten durch den geöffneten Mund. Der Frakturnachweis mag bei zahnlosen und bei kaum Schmerzen verspürenden Patienten mitunter leicht fallen; bei hochgradiger Steifhaltung und Verbiegung der Halswirbelsäulenachse stellt er dagegen ein "aufnahmetechnisches Kunststück" dar (BROCHER 1955). Bei breit klaffenden Bruchspalt ist die transbuccale Aufnahme am günstigsten, bei Verschiebungen in Sagittalebene mit Verhakung (und dadurch verschwundenem Bruchspalt) bringt das Seitenbild die be-

sten Ergebnisse (BROCHER 1955). Oftmals und insbesondere bei Schrägbrüchen ermöglicht erst die Tomographie eine sichere Diagnose (PROBST 1966). Schichtaufnahmen sind unter anderem auch von AMYES und ANDERSON (1956), ROGERS (1957), SCHLESINGER und TAVERAS (1958) sowie FRANKE und JOSTES (1963) empfohlen worden. Funktionsaufnahmen sind bei frischen Verletzungen unter Umständen lebensgefährlich (SCHATZKER u.a. 1971), wohingegen sie zur Kontrolle des Behandlungsergebnisses nützliche Dienste erweisen können (AMYES und ANDERSON 1956). Eine isolierte Fraktur ohne Dislokation kann zunächst negative Röntgenbilder liefern; die Bruchlinie wird mitunter erst nach Eintreten der resorptiven Vorgänge deutlich (AMYES und ANDERSON 1956, TORKLUS und GEHLE 1970). Über verspätete Diagnosen trotz primär durchgeführter Röntgenuntersuchung berichten auch NACHEMSON (1960, 4 von 26 Fällen), SCHATZKER u.a. (1971, 2 von 37 Fällen) und HOLDENER (1964, einer von 28 Fällen). Auf Täuschungsmöglichkeiten bei Beurteilung von Dens axis-Aufnahmen durch den MACHschen Effekt, durch persistierende Apophysen (Os odontoideum) oder die oberen Schneidezähne verweist GELEHRTER (1961). SCHLÄFLI (1946) erwähnt die Möglichkeit, daß sich die Verschmelzungszone Dens/Axis-körper als Aufhellungslinie zeigen kann und so mitunter zur irrtümlichen Diagnose eines Bruchspalts führt.

Für Frakturen der Axisbögen und der Gelenkfortsätze gilt, was LOB (1954, 1956) generell für Bogenbrüche feststellte: Sie sind besonders gut auf Schrägaufnahmen zu beurteilen. Bogen- und Gelenkfortsatzfrakturen werden häufig übersehen, besonders wenn es sich um Mitverletzungen handelt (LOB 1956). PROBST (1963) erwähnt die röntgenologischen Schwierigkeiten bei der Diagnose von Bogenwurzelfrakturen, die sich oft nur kurz nach Fraktüreintritt als Bruch darstellen lassen.

Frakturen der Axisdornfortsätze werden am besten in der lateralen Aufnahme gesehen.

Daß die Röntgentechnik auch ein entscheidendes Kriterium in der in regelmäßigen Abständen erforderlichen Verlaufskontrolle unter der Behandlung darstellt, sei an dieser Stelle nur am Rande erwähnt.

VIII. Behandlungsarten und deren Ergebnisse

1. Methoden und Ergebnisse der nichtoperativen Therapie

Die bei Atlas- und Axisfrakturen empfohlenen und angewandten Behandlungsmethoden sind bis heute sehr zahlreich, ein deutliches Signum dafür, daß sich eine in jeder Hinsicht über-

zeugende Therapieform bislang nicht herauskristallisiert hat. Dennoch können wir im folgenden zeigen, daß manche Behandlungsprinzipien bei der überwiegenden Zahl der auf diesem Gebiet arbeitenden Chirurgen Anhang gefunden haben.

Viele Autoren verweisen darauf, wie wichtig für die Vermeidung neurologischer Komplikationen ein möglichst schonender Transport ins Krankenhaus ist. BROCHER (1955) empfiehlt hierfür das Anbinden des Kopfes, Halses und Rumpfes auf ein Holzbrett.

Als Grundprinzipien der Therapie wären Ruhigstellung der Halswirbelsäule, (möglicherweise notwendige) Korrektur und Aufrechterhaltung der richtigen Wirbelstellung, Wärmeapplikation und Muskelübungen zu nennen (JACKSON 1962). Die Grundsätze L. BÖHLERS (Einrichten, Festhalten, Üben) haben also auch hier ihre volle Gültigkeit.

Die Ruhigstellung kann durch Kopflagerung zwischen Sandsäcken (NACHEMSON 1960), den SCHANZschen Watteverband, eine Gipshalskrause, eine Leder- oder Plastikmanschette, einen Kopf-Hals-Brustgipsverband oder (gleichzeitig mit einer Extensionsbehandlung) durch die verschiedenen Schädelszugmethoden versucht werden. Eine Anzahl dieser Methoden

ist allerdings nur begrenzt zur Ruhigstellung geeignet und daher zumindest für frische Verletzungen gravierender Art kaum geeignet (siehe weiter unten).

Bei Luxationen und Luxationsfrakturen hat dem eine Reposition vorauszugehen (ausgenommen ausgesprochen geringgradige Dislokationen). Diese ist in der Regel durch eine Extension der verletzten Wirbel zu erzielen. Manuelle Repositionsmaßnahmen (WALTON, L. und J. BÖHLER, DESENFANS, JIMENO-VIDAL, MÖRL, HACKETHAL), größtenteils unter Zuhilfenahme der Glissonschiene (20 bis 40 kp Zug) und unter fortlaufender Röntgenkontrolle (unter Umständen muß der Bildwandler eingesetzt werden) ausgeführt, werden bezüglich der Möglichkeit der Rückenmarkgefährdung sehr unterschiedlich beurteilt. So bezeichnet sie z.B. BÜRKLE DE LA CAMP als "ungefährlich", MAGNUS dagegen als "zweifellosgefährlich". Auch GALLIE (1939) und ROGERS (1942) beurteilen diese Methoden kritisch.

Verschiedene Schädelzugmethoden eignen sich sowohl zur kurzzeitigen Repositionsbehandlung mit hoher Zugbelastung (z.B. über ein bis zwei Tage mit 20 - 25 kp Zug) wie auch zur Dauerextension (in der Regel mit einigen kp Zug über 6 Wochen). Stand hierfür lange Zeit nur die Glissonschiene

zur Verfügung, so brachte die direkt am knöchernen Schädel mittels Stiften zu fixierende Crutchfield-Klammer (CRUTCHFIELD 1933) eine wesentliche Bereicherung. Weitere Schädelzugmethoden, teilweise als Variationen oder Verbesserungen der Crutchfield-Klammer, haben u.a. NEUGEISER (1933, Angelhaken-Zugmethode), McKENZIE (1935), HOEN (1936, Stahldrahtzug), VINKE (1948), SOUSTELL (1951), HERION (1959), HACKETHAL (1961) und HANCEVIC (1962) vorgeschlagen. Die CRUTCHFIELD-Klammer wird heute von vielen Chirurgen bevorzugt, da sie eine optimale Zugachse für jede Verletzungsform gewährleistet, während die Glissonschiene die Halswirbelsäule stets in Hyperextensionsstellung bringt und auch subjektiv weniger gut zu ertragen sein soll (MAURER und LÉVY 1965). Andere Autoren verweisen dagegen auf das Osteomyelitisrisiko (AMYES und ANDERSON 1956) und die Gefahr der Schädelperforation durch die Stahlstifte der CRUTCHFIELD-Zange mit der damit verbundenen Möglichkeit der Entwicklung einer Meningitis oder eines Hirnabszesses (HACKETHAL 1961).

Der Wert einer intensiven Übungsbehandlung während, besonders aber in Anschluß an Repositions- und Fixationsbehandlung wird von vielen Autoren hervorgehoben (JACKSON 1962, EXNER 1954, LOB 1954, KOHLRAUSCH 1961, NOODT 1964, PROBST 1971, MASTNY und MACIK 1971). In Frage kommen im einzelnen

Atmungsgymnastik, aktive und passive Bewegungsübungen der Halswirbelsäule (mit Vorsicht und nicht zu früh auszuführen !), Tauchbäder, Schwimmen, Wassergymnastik, Schlamm-pakungen verschiedenster Art, Massagen, Bindegewebsmassagen, Kurzwellendurchflutung sowie allgemein feuchte und trockene Wärme (zur Steigerung der Blutzirkulation und Beseitigung von Muskelspasmen).

Besondere Beachtung verdient die Therapie von Frakturen und Luxationen, die mit einer partiellen oder totalen Querschnittslähmung verbunden sind. Die von GUTTMANN (1949, 1958) angegebenen Behandlungsprinzipien haben in der Literatur weitgehende Anerkennung gefunden und werden von vielen Autoren empfohlen (u.a. LOB 1954, PIA 1969). GUTTMANN empfiehlt zur Behandlung der gelähmten Patienten Gummikissenlagerung, eine Hyperextension der Wirbelsäule an der Verletzungsstelle durch Kissen, eine alle zwei Stunden mit 3 - 4 Pflegekräften auszuführende Drehung des Verletzten, Sorge für regelmäßiges Urinieren und Stuhlgang, passive Bewegungsübungen, Muskeltraining im Sitzen oder Liegen sowie schließlich Substitution der aktiv nicht durchführbaren Übungen durch Elektrotherapie. Anzustreben sind primär die Abschwächung der Spastizität, eine Kräftigung der Muskulatur, die Wiederherstellung der aufrechten Kör-

perhaltung und der Koordination sowie eine Besserung der Vasomotorenfunktion. Eine sofortige Gipsfixation hält GUTTMANN nicht immer für nötig.

Art und Anwendungsdauer der nichtoperativen Behandlungsmethoden differieren natürlich zwischen den einzelnen Verletzungsformen. Luxationen (insbesondere des Atlas) behandelten KAHN und YGLESIAS (1935) sowie GROGONO (1954) zunächst mit der manuellen Repositionsmethode nach WALTON und anschließender Gipsimmobilisation. L. BÖHLER (1951) empfiehlt die Sofortreposition (möglichst schon in der ersten Woche, später durch inzwischen erfolgte Umbauvorgänge wesentlich schwerer erzielbar) mit Hilfe der Glissionschlinge bei Luxationen und Luxationsfrakturen mit oder ohne Teillähmungen. Frische Verletzungen sollen bei einem Zug von 15 - 20 kp über 1 - 5 Minuten, ältere bei maximalem Zug von 25 kp bis zu einer Stunde Dauer einzuwirken sein. Glissondauerzug als Repositionsmethode halten L. BÖHLER und BARTH (1965) lediglich bei Teilverrenkungen ohne Verhakung der Gelenkfortsätze für wirksam. Die Crutchfieldzange soll im Dauerzug auch verhakte Luxationen zur Einrichtung bringen können (L. BÖHLER). BÜRKLE DE LA CAMP (1959) und BARTH (1965) versuchen im Gegensatz zu L. BÖHLER die Sofortreposition auch bei Vorliegen einer

totalen Querschnittläsion. Der Wert der Vollnarkose bei der Einrichtung wird von BÜRKLE DE LA CAMP betont. Nach erfolgter Reposition (unter Röntgenkontrolle) ist der Gips im Liegen (nach der Variation von MÖRL 1948 im Sitzen) anzupassen und über 3 Monate (BÜRKLE DE LA CAMP) zu tragen, wobei regelmäßige Röntgenkontrollaufnahmen anzufertigen sind. BÜRKLE DE LA CAMP steht der Methode der Dauerzugbehandlung grundsätzlich kritisch gegenüber. Die Angaben der nötigen Fixationsdauer schwanken zwischen 3 Wochen (HOPF 1958) und 3 bis 6 Monaten (L. BÖHLER 1951). Mitunter wird - zumindest bei Subluxationen - auch das Tragen einer SCHANZschen Krawatte für ausreichend gehalten (GERLACH und JENSEN 1965, FELTEN 1967). Sie wird von L. BÖHLER (1951) auch bei Luxationen mit totaler Querschnittslähmung verwandt. Die Reposition veralteter Verrenkungen soll zumindest beim Auftreten von Symptomen versucht werden. Nach L. BÖHLER gelingt hier die direkte Reposition nie. Eine mehrwöchige Dauerzugbehandlung mit einer Crutchfield-Klammer mit 10 - 15 kg Belastung hat eher Aussicht auf Erfolg. PIA (1969) gibt generell der Dauerextensionsbehandlung (über 4 bis 6 Wochen) den Vorzug. Er lagert hierbei den Kopf zwischen Sandsäcken; nach Abschluß der Extensionsbehandlung bekommt der Verletzte eine Gipsschale angepaßt. PIA konnte mit der von ihm be-

vorzugten Crutchfield-Zange in 40 von 43 Fällen von Halswirbelluxationen erfolgreich reponieren. NOODT (1964) erzielte mit Glisson-Dauerzugbehandlung bei 15 Halswirbelluxationen in 5 Fällen eine vollständige und bei 4 Patienten eine teilweise Reposition. Auch HOLDENER (1964), OTTO und LINDENBERG (1968) sowie HERRMANN (1971) treten für die Reposition von Luxationen mittels Dauerzugbehandlung ein. Daß eine Redislokation unter der Dauerzugbehandlung oder gar bei anliegendem Kopf-Hals-Brustgipsverband möglich ist, wird durch die Ergebnisse von GALLIE (1939) belegt.

Die so seltenen Frakturen eines Condylus ossis occipitalis müssen nach AHLGREN und DAHLERUP (1964) mindestens über drei Monate ruhiggestellt werden.

Die konservative Behandlung der Atlasfrakturen erfolgt nach GROGONO (1954) und PAIN (1959) mittels dreimonatiger Ruhigstellung durch eine Gipshalskrause. HOPF (1958), ebenso WANKE u.a. (1963) legen nach sechs Wochen Fixation durch eine Gipskrawatte einen SCHANZschen Watterverband an. HIPPE und KEYL empfehlen mindestens sechsmonatiges, JONASCH (1970) drei- bis viermonatiges Tragen eines Kopf-Hals-Brustgipsverbandes. SHERK und NICHOLSON (1970) berichten

von ausgezeichneten Spätergebnissen selbst bei der (häufig eintretenden) lediglich fibrösen Heilung. Sie behandeln isolierte Atlasfrakturen mittels 10- bis 12wöchiger Ruhigstellung durch eine Gipshalskrause oder einen Kopf-Hals-Brustgipsverband, wobei sie für die spezielle Form der JEFFERSON-Fraktur ein behutsames Vorgehen fordern. HIPPE und KEYL (1963) verweisen ebenfalls auf die weitgehende Stabilität der knöchernen Ausheilung. Fast stets beobachteten sie aber zumindest geringfügige bleibende Bewegungseinschränkungen.

Bei weitem am ergiebigsten, in ihrer Fülle kaum mehr zu überblicken sind die Literaturangaben bezüglich der Behandlungsmethoden und Therapieergebnisse der Dens axis-Frakturen. BROCHER (1955) fixiert bei Zahnfortsatzfrakturen ohne Dislokation für drei Monate im Halsgips, während er für Frakturen mit Verschiebung des abgebrochenen Dens (mitsamt dem Atlas bei Erhaltenbleiben des Ligamentum transversum atlantis) eine schonende Reposition durch Dauerextension dem Anlegen der Gipskrawatte voranstellt. Bei Halsmarkverletzungen ist eine unverzügliche Repositionsbehandlung einzuleiten. JONASCH (1970) fixiert bei ausgebliebener Dislokation mindestens vier Monate im Kopf-Hals-Brustgipsverband, während verschobene Densfrakturen sei-

ner Ansicht nach im Anschluß an die erfolgte Reposition über 4 bis 6 Monate ruhigzustellen sind. HOPF (1958) extendiert unter Zuhilfenahme der Glissonschiene und legt unter fortbestehendem leichtem Zug eine Gipskrawatte für drei Monate an (anschließend noch einige Wochen SCHANZsche Wattekrawatte). JAHNA (1961, 1971) hält die ausreichend lange Ruhigstellung gerade der nicht dislozierten Zahnfortsatzfraktur für wesentlich. Seine durchschnittliche Fixationsdauer liegt bei 16 Wochen (Maximalwert 43 Wochen). Die SCHANZsche Krawatte ist seiner Ansicht nach zur sicheren Ruhigstellung ungeeignet (Drehbewegungen werden durch sie nicht gehindert); ihre Anwendung soll häufig zu Pseudarthrosenbildungen führen. Lediglich bei zarten Fissuren wäre sie unter Umständen noch ausreichend. Bei Vorliegen einer Dens-Diastase sollte nach JAHNA unbedingt ein Kopf-Hals-Brustgipsverband angelegt werden. Neuerdings fordert JAHNA (1971) für diese Fälle eine besonders konsequente und langdauernde Ruhigstellung (oft sollen 6 bis 9 Monate nötig sein). Bei Anwesenheit einer gleichzeitigen Atlaxluxation ist die Heilungsvoraussetzung bei alleiniger Ruhigstellung wesentlich schlechter als bei Reposition und anschließender Fixation. Prinzipiell bevorzugt JAHNA die manuelle Reposition mit anschließender Kopf-Hals-Brustgips-Retention bei Fällen, die nicht um die volle Densbreite verschoben sind. Eine primäre Reposition mittels Glisson-

schlinge oder CRUTCHFIELD-Klammer (30 bis 40 kp Zug) und anschließende Gipsfixation wendet JAHNA bei Nichtgelingen der manuellen Reposition an bzw. bei Patienten, bei denen der Atlas mit dem abgebrochenen Zahnfortsatz um die volle Densbreite verschoben ist. Die Reposition mit CRUTCHFIELD-Klammer-Dauerzug empfiehlt der gleiche Autor für alle Verletzungen, die bereits über eine Woche zurückliegen. Die Reposition ist nicht nötig bei Verschiebungen von weniger als einem Viertel der Densbreite (HIPP und KEYL 1963). HARRFELDT (1957) begnügt sich nach dreitägiger Glisson-Extension mit sechs Wochen Kopf-Hals-Brustgipsfixation. BRUNNER schlägt vor, die Fixation grundsätzlich so lange fortzusetzen, bis sich im Röntgenbild die knöcherne Heilung abzeichnet, wozu meist 6 bis 14 Wochen nötig sein sollen (verschleppte Fälle aber bis zu zwei Jahren!). HENTZER und SCHALIMTZEK (1971) haben ihre 20 Dens axis-Frakturen zwischen 10 und 36 Wochen, durchschnittlich 20 Wochen ruhiggestellt. SCHATZKER und Mitarbeiter (1971) unterzogen ihre 22 konservativ therapierten Patienten für fünf bis sechs Wochen einer Extensionsbehandlung und legten anschließend für sechs Wochen einen Kopf-Hals-Brustgipsverband an. Die knöcherne Vereinigung soll nach SCHATZKERS Ergebnissen, falls sie erfolgt, stets um die zehnte Woche nach Fraktureintritt zu erwarten sein. AMYES

und ANDERSON (1956) verwanten bei ihren 63 Patienten fast ausschließlich nichtoperative Behandlungsmethoden, am häufigsten die CRUTCHFIELD-Zange (Dauerextension) und anschließenden Kopf-Hals-Brustgipsverband oder ein stahlverstärktes vom Okziput bis zur Brustmitte herabreichendes Lederkorsett. Die Ausheilung wurde hier bei den Röntgenkontrollen nach vier bis neun Monaten manifest. AMYES und ANDERSON halten eine Ruhigstellungsdauer von sechs Monaten für erstrebenswert und belassen notfalls eine Halswirbelsäulen-Immobilisationsmaßnahme bis zu neun Monaten, bevor sie eine Fraktur als nicht knöchern ausheilend bezeichnen. BLOCKLEY und PURSER (1956) bei Densfrakturen mit Dislokationen eine Repositionsbehandlung mittels CRUTCHFIELD-Zange (über ein bis zwei Tage mit gesteigertem Zug, dann sechs Wochen mit reduzierter Zugkraft) und anschließender sechswöchiger Kopf-Hals-Brustgips-Immobilisation. Bei nichtverschobenen Densfrakturen wird unter Weglassung der Reposition ähnlich vorgegangen. Eine Redislokation unter der Gipsretention wurde von ihnen nur in einem Falle gesehen. Weitere Angaben über Behandlungsmethoden finden wir bei HAMBLBY (1944), J. BÖHLER (1948), PAIN (1959), FEHR und PREISS (1960) sowie HIPPE und KRYL (1963), die jeweils für drei Monate in Gips fixieren (teilweise nach vorausgegangener primärer Reposition). Die Anwendung der

Dauerzugbehandlung über vier bis acht Wochen bei Zahnfortsatzfrakturen mit Atlasluxation wird von SCHLÄFLI (1946), ROGERS (1957), FRANKE und JOSTES (1963) und schließlich von DEAK und AFRA (1965) bevorzugt. Die knöcherne Ausheilung einer Dens axis-Fraktur erfolgt in der Regel ohne überschießende Kallusbildung und unter Ausbleiben einer Blockwirbelbildung mit dem Atlas (BLOCKLEY und PURSER 1956). Mitunter tritt eine Blockwirbelbildung mit dem dritten Halswirbel ein (FRANKE und JOSTES 1963). Vereinzelt erfolgt auch eine knöcherne Ausheilung einer Densfraktur spontan ohne jegliche Behandlungsmaßnahme (ZIEGLER 1958).

Die besten Ergebnisse in der Behandlung von Zahnfortsatzfrakturen sind nach BROCHER (1955) in den Fällen zu erzielen, wo es bei geringfügiger Densverschiebung zu einer festen Verhakung der Bruchflächen kommt. Eine Pseudarthrosenbildung wird dagegen bei primärer Diastase begünstigt, falls sie über 1 mm beträgt (JAHNA 1961, 1971, TORKLUS und GEHLE 1970). Eine Fraktur an typischer Stelle, also am Hals des Zahnfortsatzes, soll eine schlechtere Heilungstendenz zeigen als ein Bruch an der Basis des Axiskörpers (BROCHER 1970). Die Rate der pseudarthrotischen Ausheilungen differiert entsprechend den unterschiedlichen Behandlungsmethoden bei den einzelnen Autoren recht stark. Auf

sehr gute Ergebnisse kann JAHNA (1971) verweisen. Traten bei seinen von 1926 - 1958 behandelten Patienten noch in 18 % der Fälle (6 von 34) Pseudarthrosen auf, so waren sie bei strenger Anwendung der oben angeführten Behandlungskriterien JAHNAS zwischen 1959 und 1958 nur bei 2 % (einem von 54 Patienten) beobachtbar. Solche Zahlen zeigen eindeutig auf, daß langdauernde und sichere Ruhigstellung in Verbindung mit primärer Reposition dislozierter Frakturen zu ganz ausgezeichneten Behandlungsergebnissen führen kann. Ebenfalls sehr erfreulich niedrige Pseudarthrosenraten berichten AMYES und ANDERSON (1956): Sie beobachteten nur bei 4 von 63 Patienten (5 %) eine Pseudarthrosenbildung. Neurologische Spätkomplikationen traten bei pseudarthrotischer Ausheilung bei ihnen ebenso wie bei JAHNA (1961) bei Einhaltung der angegebenen Behandlungskriterien nie auf. Auch J. BÖHLER fand nur in einem von 19 Fällen eine Pseudarthrosenbildung. Über wesentlich höhere Pseudarthrosenraten bei Anwendung konservativer Behandlungsmethoden berichten HENTZER und SCHALIMTZEK (1971) mit 4 Pseudarthrosenausheilungen bei 7 behandelten Densfrakturen (57 %), BLOCKLEY und PURSER (1956) sowie ROGERS (1957) mit jeweils 4 von 9 (44 %) und SCHATZKER und Mitarbeiter (1971) mit 14 von 22 (64 %). NACHEMSON (1960), der verschiedene Behandlungsmethoden anwandte, konnte ne-

ben acht Pseudarthrosenbildungen zehnmal eine knöcherne Heilung erzielen. Die Pseudarthrosenfälle waren dabei durchschnittlich 6 Wochen, die Fälle mit knöcherner Ausheilung dagegen 14 Wochen ruhiggestellt worden, was den Autor bewog, eine Ruhigstellung über mindestens drei Monate zu fordern. Auch er beobachtete (oft trotz starker Arbeitsbelastung) nie neurologische Spätkomplikationen bei pseudarthrotischer Ausheilung. Die Halswirbelsäulenbeweglichkeit blieb allerdings bei fast allen Patienten zumindest leicht reduziert, ernstere Symptome blieben jedoch nur in wenigen Fällen zurück. HIPPEL und KEYL (1963) fanden nach Behandlungsabschluß etwa bei der Hälfte der Patienten noch Nackenschmerzen und endgradige Bewegungseinschränkungen. JAHNA (1961) kann auch bezüglich des funktionellen und subjektiven Ergebnisses gute Daten vorweisen. Die Kopfneigung bzw. -drehung war in der Nachuntersuchung bei drei Viertel seiner Patienten frei oder nur geringfügig reduziert, über die Hälfte der Patienten waren völlig beschwerdefrei, der Rest größtenteils nur mit leichten Beschwerden behaftet. Die Gefahr neurologischer Spätkomplikationen darf trotz der diesbezüglich negativen Erfahrungen der meisten Autoren nicht von der Hand gewiesen werden: In den von BLOCKLEY und PURSER (1956) aus der Literatur zusammengestellten 40 Fällen traten immerhin bei

12 Patienten nach Monaten oder Jahren noch Symptome einer Halsmarkkompression auf. Allerdings hatten sie offenbar alle keine adäquate Frühbehandlung erhalten. Zumindest mobile Pseudarthrosen waren stets die Folge einer unzureichenden Primärbehandlung. Ebenso wie AMYES und ANDERSON (1956) schätzen auch BLOCKLEY und PURSER die feste fibröse Vereinigung als ziemlich sicher ein. Laufende Röntgenkontrollen von Denspseudarthrosen sind empfehlenswert (BROCHER 1955). Die Letalitätssrate der Zahnfortsatzfrakturen lag bei OSGOOD und LUND (1928) noch um 50 %, bei AMYES und ANDERSON (1956) nur noch bei 8 % und bei ROGERS (1957) bei 10 %.

Die Behandlungsmethoden der übrigen Axisverletzungen unterscheiden sich kaum von den bei den entsprechenden Frakturen und Luxationsfrakturen der mittleren und unteren Halswirbelsäule angewandten Maßnahmen. Auch die Ausheilungsvorgänge entsprechen weitgehend den an der übrigen Wirbelsäule anzutreffenden Verhältnissen; Blockwirbelbildungen sind häufig zu beobachten.

Wirbelkörperfrakturen der HWS sind in den überwiegenden Fällen durch sechswöchigen Dauerzug mittels Glissonschnur oder CRUTCHFIELD-Klammer und anschließende sechswöchige

Fixation im Minervagips zur stabilen Ausheilung zu bringen (SAEGESSER 1972).

Bogenbrüche der HWS zeigen ebenfalls starke Tendenz zur knöchernen Heilung; konservative Behandlung erreicht auch hier in der Regel ihre Ziele (BROCHER 1970). HENTZER und SCHALIMTZEK (1971) behandeln bei ausgebliebener Luxation Axisbogenbrüche ebenfalls konservativ. HOPF (1958) empfiehlt vierwöchige Dauerzugbehandlung und anschließende Fixation durch eine SCHANZsche Krawatte. DELORME (1967) berichtet vom Zurückbleiben neurologischer Symptome bei gut 10 % seiner Patienten mit Axisbogenfrakturen.

Bei Querfortsatzbrüchen der HWS, die ausgesprochene Seltenheiten darstellen, hält KÖNIG (1967) nur ausnahmsweise eine Gipsfixation für nötig.

Die Dornfortsatzfrakturen der HWS "heilen umso schneller aus, je weniger man sich um die Verletzung kümmert" (L. BÖHLER 1951). Eine Einrichtung ist ebensowenig nötig wie ein fester Verband. Die häufige Pseudarthrosenbildung (JONASCH 1970; bei 70 %) bleibt folgenlos.

2. Methoden und Ergebnisse der operativen Therapie

Seit Jahrzehnten versuchen Chirurgen in aller Welt, besonders aber in den USA, die Gefahr einer Rückenmarkskompression durch Knochensplitter oder das Abgleiten von Wirbeln mittels operativer Methoden zu bannen.

Die Laminektomie zielt auf eine Dekompression des Rückenmarks durch die Entfernung der Wirbelbögen ab. Der operative Zugang erfolgt entweder von hinten (bei allen Wirbeln möglich) oder von vorne seitlich (nur an der Halswirbelsäule) für die obere Halswirbelsäule in der Regel vor dem M. sternocleidomastoideus (GULEKE 1950). Die Entfernung von 3 bis 4 Dornfortsätzen und Wirbelbögen wird ohne Festigkeitsverlust der Wirbelsäule vertragen, eine Erhaltung der Bögen ist also nicht notwendig. GULEKE hält die Operation im Frühstadium einer Wirbelverletzung nur noch dann für indiziert, wenn röntgenologisch Knochensplitter im Wirbelkanal (bei nicht vollständiger Rückenmarkläsion) festzustellen sind. Ferner ist bei Zunahme von Lähmungserscheinungen bei Vorliegen partieller Querschnittslähmungen an eine Entlastungslaminektomie zu denken. L. BÖHLER (1951) lehnt die Frühoperation in der Regel ab, da die Entfernung abgebrochener Bogenteile und Splitter meist nur wenig

nützt. Die Spätlaminektomie ist bei rechtzeitiger Einrichtung überflüssig, sollte diese jedoch versäumt worden sein und es treten partielle Lähmungen auf, kann die Operation ("mit bescheidenem Erfolg") versucht werden. Bei der Früh-laminektomie ist nach SCHMIEDEN (1930) mit schlechteren Ergebnissen als bei Spätoperationen nach frühestens drei Wochen zu rechnen. LOB (1954) hält die Laminektomie meist für überflüssig und will ihre Anwendung auf "verzweifelte Fälle" reduzieren. Kritisch gegenüber der Laminektomie äußern sich auch HAUMANN (1930), MÖRL (1948), GUTTMANN (1959), BARTH (1965) und WEHNER (1967). MERLE D'AUBIGNE (1956) konnte bei 56 Fällen durch die Laminektomie nie eine Verbesserung des neurologischen Status erzielen. Öfters mußte er jedoch eine Verschlimmerung beobachten. PIA (1969) bezweifelt, ob es heute überhaupt noch eine Indikation für die Durchführung einer Laminektomie gibt.

Die Stabilisation der Wirbelsäule durch eine dorsale Span-versteifung nach HENLE bzw. ALBEE hat dagegen auch heute noch wesentlich mehr Anhänger. Dies gilt jedoch primär für den angloamerikanischen Bereich, während sich in Deutschland die Methode nie in größerem Maße durchsetzen konnte. Das zeigt z.B. die Umfrage von LOB (1956) unter deutschen Krankenhausärzten, wonach nur 5 von 122 Chirurgen die Ver-

steifungsoperation jemals durchführten. GULEKE (1950) hält die Variation nach HENLE, wobei zwei Knochenspäne rechts und links der jeweiligen Dornfortsätze eingepflanzt und mit Seiden- oder Drahtnähten fixiert werden, für sicherer und schonender als das Verfahren nach ALBEE, bei dem nach Spaltung der Wirbeldornfortsätze in die entstandene Lücke ein Knochenspan eingeklemmt wird. Die Wirbelsäule muß allerdings so lange gestützt werden (etwa durch ein Korsett), bis der Umbau des eingepflanzten Spans mehr oder weniger abgeschlossen ist. Da eine sichere knöcherne Einheilung nicht immer erreichbar und die auf diese Weise stabilisierte Wirbelsäule im Operationsgebiet versteift ist, beurteilt GULEKE den Nutzen des Eingriffs mit Zurückhaltung. LOB (1954) steht der Methode grundsätzlich kritisch gegenüber, hält sie aber in einzelnen Fällen durchaus für erwägenswert. TORKLUS und GEHLE (1970) halten die subokzipitale Spanversteifung bei veralteten, instabil gebliebenen Frakturen, Subluxationen und Luxationen der Halswirbelsäule und bei Denspseudarthrosen mit mobiler Atlasdislokation für indiziert. Für JUNGHANNS (1968) kommt eine Spanversteifung als Spätoperation nach Frakturen dann in Frage, wenn durch die Gibbusbildung eine schwere und schmerzhaft Arthrosis deformans der Wirbelbogengelenke entstanden ist (ähnlich L. BÖHLER 1951, HOLLE 1960). L. BÖHLER verweist

auf die längere Behandlungszeit bei Anwendung der Spinein-
pflanzung und möchte die mögliche Anwendung der Fusions-
operation bei frischen Verletzungen auf Verrenkungsbrüche
mit Teillähmungen beschränken. JAHNA und WITTICH (1971)
sehen nur selten eine Operationsindikation für gegeben,
am ehesten noch bei reinen Luxationen, die sich oft durch
besondere Instabilität auszeichnen, ferner bei Verschlech-
terung von Lähmungen trotz gelungener Reposition und bei
konservativ nicht einrichtbaren Luxationsfrakturen.

FORSYTH und Mitarbeiter (1959) haben mit der Spineinpflan-
zung an der Halswirbelsäule bessere Erfolge erzielt als
mit der konservativen Behandlung (je etwa 40 Patienten,
darunter etwa ein Viertel Atlas- und Axisverletzungen).
Nach ihrer Ansicht ist die dorsale Spineinpflanzung bezüg-
lich Krankenhausaufenthaltsdauer (insbesondere bei Fällen
mit neurologischen Komplikationen), Letalitätsrisiko,
Dauerbeschwerden, bleibender und wiederkehrender Deformi-
tät der konservativen Behandlung überlegen und nur in be-
zug auf das Ausmaß der bleibenden Bewegungseinschränkung
ungünstiger. Das Okziput braucht bei Atlas- und Axisver-
letzungen nicht in die Fusion mit einbezogen werden.
Letztere Ansicht wird auch von J. BÖHLER (1962) geteilt.
Für die Einbeziehung des Okziputs, was natürlich eine we-

sentlich gravierendere Bewegungseinschränkung in den Kopfgelenken bedingt, sprechen sich dagegen NEWMAN und SWEETNAM (1969) sowie HAMBLEN (1967) aus. Ähnlich positiv, insbesondere was die obere Halswirbelsäule angeht, beurteilen auch ROBINSON und SOUTHWICK (1960) die Ergebnisse der dorsalen Fusion. Bei Lähmungsfällen empfehlen sie die Kombination der Spineinpfanzung mit der Laminektomie. GALLIE (1939) hält die Stabilisationsoperation entweder mit dem ALBEE-Span oder mittels reiner Drahtfixation in all den Fällen für indiziert, bei denen ein Abgleiten wahrscheinlich ist oder die Abgleitendenz sich schon unter Anwendung anderer Behandlungsmethoden gezeigt hat, ferner bei allen veralteten Fällen. ROGERS (1942, 1957) konnte bei ähnlicher Operationsindikation bei seinen Fusionen stets eine knöcherne Ausheilung erzielen (die etwa im vierten Monat zu erwarten ist). CONE und TURNER (1937) halten die Fusionsoperation für nötig, wenn mehrere knöcherne Strukturen gleichzeitig verletzt sind. Ferner operieren sie bei trotz sorgfältiger Behandlung eingetretenen Redislokationen sowie bei einer begleitenden Paralyse der Nackenmuskulatur durch Degeneration der Vorderhornzellen des Rückenmarks. Positive Würdigung findet die dorsale Spineinpfanzung auch bei KAHN und YGLESIAS (1935), DURBIN (1957) und HENTZER und SCHALIMTZEK (1971). Neuerdings trifft man auch in der

der deutschen Literatur auf Hinweise für eine stärkere Neigung zu Stabilisierungsoperationen an der Halswirbelsäule (RUSSE 1971, HERRMANN 1971).

KIRSCHNER (1968) plädiert für eine innere Fixation mittels Drahtschlingen bei schweren Verletzungen der Halswirbelsäule, wobei er eine spezielle Modifikation für Atlas und Axis vorschlägt. Bei veralteten Subluxationen und Luxationen empfiehlt er die Kombination dieser Methode mit einer Arthrodesse der hinteren Wirbelgelenke. Diese Behandlungsmaßnahmen sollen eine Gipsfixation überflüssig machen, nahezu normale Kopfbeweglichkeit sichern und schon nach zwei Wochen aktive Bewegungen ermöglichen.

Bei Unmöglichkeit der geschlossenen Einrichtung (etwa bei Verhakung der Gelenkfortsätze) empfehlen HOLLIN und Mitarbeiter (1967) die offene Reposition. Hierbei werden die der Einrichtung hinderlichen oberen Gelenkfortsätze des unter dem luxierten Wirbel gelegenen Wirbels abgetragen und die Reposition unter Extension bei gleichzeitiger Dorsalflexion durchgeführt. Die von HOLLIN und Mitarbeiter vorgeschlagene anschließende Fusionsoperation hält JUNG-HANNS (1968) in den allermeisten Fällen für entbehrlich. L. BÖHLER (1951) und HOLLE (1960) fixieren im Anschluß

an eine offene Reposition die Halswirbelsäule drei Monate in Gips. Ein weiteres Verfahren für die offene Reposition veralteter Luxationen mittels Elevatoren und anschließender Drahtfixation gibt MALAWSKI (1966) an.

Die ventrale Fusionsoperation nach CLOWARD (1958) steht seit einigen Jahren im Mittelpunkt der Fachdiskussion. Hierbei wird am Vorderrand des M. sternocleidomastoideus eingegangen und an den entsprechenden Wirbelkörpern ein ziegelsteinförmiges Bett für die Aufnahme eines (unter Umständen zusätzlich mit Draht zu fixierenden) Knochenspins oder einer Palacos-Plombe ausgemeißelt. Langdauernde Fixationsmaßnahmen im Anschluß an die Operation erübrigen sich. Auch in der deutschsprachigen Literatur findet diese Operationsmethode immer mehr Anhänger, wie positive Erfahrungsberichte von GROTE und Mitarbeiter (1967), REICHENBACH (1970), JUNGHANNS (1970, 1971) und SCHÜRMANN (1970) zeigen. Letzterer empfiehlt die Anwendung der Operation für jede komplizierte Luxationsfraktur an der Halswirbelsäule. Variationen der Methode wurden von ROBINSON und SMITH (1960) sowie VERBIEST (1962) angegeben. Während die meisten Autoren die ventrale Fusionsoperation nicht nur zur Stabilisierung, sondern auch zur Dekompression des Halsmarks für nützlich einschätzen, hält HERZBERGER

(1962) zur wirksamen Dekompressionsbehandlung eine gleichzeitige Laminektomie für erforderlich. Auch BETTAG und GROTE (1971) halten bei Wirbelbogenanteil-Dislokationen ein kombiniertes ventrales und dorsales Vorgehen für geboten. J. BÖHLER (1971) macht das Ausmaß der Bandzerreißung zum entscheidenden Kriterium dafür, ob zusätzlich eine dorsale Spineinpflanzung durchzuführen ist.

Allerdings brachte die ventrale Fusion in erster Linie für die mittlere und untere Halswirbelsäule einen entscheidenden therapeutischen Fortschritt, da der zweite Halswirbel auf diesem Zugangsweg nur unter Variation des operativen Vorgehens (Eingehen dicht unterhalb des Unterkiefers) erreichbar ist (GROTE und Mitarbeiter 1967, J. BÖHLER 1970) und der Atlas unzugänglich bleibt. Viele Autoren wenden die Methode auch grundsätzlich erst vom dritten Halswirbel abwärts an. Eine Variation der ventralen Fusion (nach der Methode von ROBINSON und SMITH) für die obere Halswirbelsäule erprobten ANDRADE und MACNAB (1969) mit zufriedenstellendem Erfolg.

Neben dem extrapharyngealen Vorgehen der eben geschilderten Verfahren wurden verschiedentlich auch ventrale Fusionen auf transoralem Zugangsweg versucht (ROBINSON und SOUTHWICK,

FANG und ONG 1962). FANG und ONG operierten auf diese Weise fünf chronische konservativ und reponible Atlasluxationen. Da die Gefahr der Wundinfektion und der Sequestrierung des eingepflanzten Knochenstücks hoch eingeschätzt wird (J. BÖHLER 1970, TORKLUS und GEHLE 1970), konnte sich die Methode zumindest bislang nicht durchsetzen.

Nach diesem Überblick über die an der oberen Halswirbelsäule anwendbaren Operationsmethoden noch einige kurze Anmerkungen zu den bei den einzelnen Verletzungsformen gegebenen besonderen Indikationen und therapeutischen Erfahrungen.

Schon KAHN und YGLESIAS (1935) wandten bei chronisch instabilen Atlasluxationen die hintere Spineinpfanzung vom Okziput bis zum fünften Halswirbel an. Bei Auftreten akuter neurologischer Symptome schlagen sie vor, der Fusion eine Entfernung der hinteren Atlasbögen vorausgehen zu lassen. DUNBAR und RAY (1961) führen bei chronischen Atlasluxationen nach Auftreten neurologischer Komplikationen eine dorsale Spanversteifung der oberen drei bis vier Halswirbel durch. SCHLESINGER und TAVERAS (1958) behandeln reine Atlasverrenkungen durch Entfernung der hinteren Atlasbögen. Bei gleichzeitigen Zahnfortsatzfrakturen bevorzugen sie eine Stabilisierung mittels Drahtumschlingung, even-

tuell auch Knochenspaneinpflanzung. MÖRL und SANDER (1966) treten für die Spanstabilisierung bei Redislokation instabiler Luxationen ein. Die alleinige Drahtumschlingung erscheint ihnen nicht so sicher. PIA (1969) empfiehlt für verkeilte Luxationen die oben geschilderte offene Reposition durch Gelenkfortsatzresektion und anschließende dorsale Verspannung.

Bei Auftreten hartnäckiger, sich nicht zurückbildender Okzipitalneuralgien nach Atlasfrakturen empfehlen HOPF (1958) und WANKE und Mitarbeiter (1967) die Entfernung der hinteren Wirbelbögen. Auch HIPF und KEYL (1963) sowie JUNGHANNS (1968) halten die hintere Atlasbogenentfernung sowie die operative Versteifung mitunter für nötig. SHERK und NICHOLSON (1970) fusionieren vom Okziput bis zum Axis bei unterm Instabilität des Atlanto-Axialgelenks ausgeheilten Atlasfrakturen. SCHLEGEL (1958) hält beim Versagen der konservativen Therapie die operative Dekompression mit gleichzeitiger Spanverriegelung der oberen Halswirbelsäule mit dem Hinterhaupt für überlegenswert. SPENCE und Mitarbeiter (1970) wollen bei JEFFERSON-Frakturen mit gleichzeitigem Riß des Lig. transversum atlantis wegen der Gefahr der Entwicklung einer chronischen Subluxation Atlas und Axis miteinander verspannen.

Dens axis-Frakturen sind ein klassisches Anwendungsfeld der dorsalen Spanversteifung (so etwa bei CONE und TURNER (1937) oder bei FORSYTH und Mitarbeiter 1959). J. BÖHLER (1959, 1962) hält die Indikation für eine operative Stabilisierung bei instabiler Ausheilung, bei wiederholt auftretenden Redislokationen, bei Teillähmungen und bei der Unmöglichkeit einer konservativen Reposition für gegeben. Neuerdings plädiert J. BÖHLER (1970) bei operativ zu behandelnden Zahnfortsatzfrakturen für eine kombinierte vordere und hintere Versteifung von Atlas und Axis. ESTRIDGE und SMITH (1967) verwandten die ventrale trans-orale Fusion erfolgreich zur Stabilisation einer pseudarthrotisch verheilten Dens axis-Fraktur. Die Einschränkung der Kopfbeweglichkeit soll gegenüber der dorsalen Fusion geringer sein.

BRUSSATIS und MÜLLER (1954) sowie FROMM und PITNER (1963) berichten über die erfolgreiche dorsale Spanversteifung bei pseudarthrotisch ausgeheilten Densfrakturen und plötzlichem Auftreten einer neurologischen Symptomatik. In solchen Fällen halten auch Anhänger der konservativen Dens axis-Behandlung wie JAHNA (1961) eine Stabilisierungsoperation für indiziert. SCHATZKER und Mitarbeiter konnten mittels operativer Fusionen von Atlas und Axis keine bes-

seren knöchernen Einheilungsraten des abgebrochenen Zahnfortsatzes als mit der konservativen Therapie erzielen (nur je etwa 40 % sichere knöcherne Vereinigung). Dennoch bevorzugen diese Autoren die dorsale Spanverriegelung, da die pseudarthrotische Ausheilung der Densfraktur bei gleichzeitiger sicherer Spanstabilisierung in diesen Fällen unerheblich ist.

C Spezieller Teil

Ergebnisse aus dem Unfallkrankenhaus Murnau (UKM)

I. Zur Methodik

In den Jahren 1954 bis 1970 wurden im Unfallkrankenhaus Murnau (UKM) 51 Patienten mit Frakturen und Luxationen der beiden obersten Halswirbel behandelt bzw. begutachtet. Die Ergebnisse dieses Hauses können nicht ohne weiteres mit jenen anderer Kliniken verglichen werden. Schon das Patientengut stellt bezüglich Unfallhergang, Geschlechterverteilung und Alter eine gewisse Selektion dar. Selbst Angaben über subjektive Beschwerden können bei Patienten der gesetzlichen Unfallversicherung nicht mit solchen von Unversicherten kritiklos verglichen werden (LOB). Die hohe Zahl bereits vorbehandelter Patienten und die bei Einlieferung ins Unfallkrankenhaus oft schon lange zurückliegenden Unfallzeitpunkte verdienen in diesem Zusammenhang ebenfalls besondere Beachtung. Dieser Umstand erlaubt andererseits eine kritische Betrachtung auswärts angewandter Behandlungsmethoden. Sie wirken sich unter Umständen ebenso nachteilig auf den Behandlungserfolg aus wie eine besondere Schwere der Frakturen. Primär voll zufriedenstellend ausgeheilte Verletzungen erfordern schließ-

lich keine spätere Aufnahme in ein Rehabilitationszentrum wie das Unfallkrankenhaus Murnau.

II. Verletzungsformen

Die 51 Patienten dieser Studie mit Frakturen und Luxationen von Atlas und Axis wiesen insgesamt 72 Verletzungen (ohne Distorsionen und dgl., die hier unberücksichtigt bleiben müssen) dieser Wirbel auf. Luxationsfrakturen wurden hierbei sowohl unter "Luxationen" wie auch unter der jeweiligen Frakturform aufgeführt.

59 Frakturen (81,9 %) stehen 13 Luxationen (18,1 %) gegenüber, darunter 12 Luxationsfrakturen (16,7 %) und eine reine Luxation (1,4 %).

Der erste Halswirbel war (einschließlich Atlas-Axis-Luxationen) in 21 Fällen betroffen (29,2 %). Es handelte sich hierbei um 14 Frakturen und sieben Luxationen. Dieser Wert ist im Vergleich zu manchen Literaturangaben als ziemlich hoch anzusehen. Wenn wir in Rechnung stellen, daß im genannten Zeitabschnitt dieser Untersuchung im Unfallkrankenhaus Murnau etwa 2 000 Frakturen und Luxationen der gesamten Wirbelsäule (LOB, persönliche Mittei-

lung) behandelt wurden, so bedeutet dies einen Anteil von etwa 1 % (ohne Mehrfachverletzungen 0,7 %). 51 Verletzungen (70,8 %) betrafen den zweiten Halswirbel (einschließlich Luxationen zwischen Axis und drittem Halswirbel). Hier standen die 45 Frakturen gegenüber den sechs Luxationen ganz eindeutig im Vordergrund. Reine Luxationen wurden hier in keinem Falle gesehen. Der Anteil der Axisverletzungen an der Gesamtzahl der Wirbelerletzungen dürfte also im Unfallkrankenhaus Murnau bei etwa 2,5 % gelegen haben, ohne Berücksichtigung von Mehrfachverletzungen knapp unter 2 %.

In 34 Fällen (also bei 66,7 % der 51 Patienten) wurde nur eine einzige Verletzungsform im oberen Halswirbelsäulenbereich diagnostiziert. Das restliche Patientendrittel (17) zeigte insgesamt 38 Frakturen und Luxationen (13 Doppelverletzungen, vier Dreifachverletzungen), darunter waren acht Personen mit Mehrfachverletzungen am Axis und neun mit Verletzungen sowohl am ersten wie am zweiten Halswirbel.

Frakturen und Luxationen im Okzipito-Zervikalgebiet, die in der Literatur als äußerst selten vorkommend angegeben werden wie Frakturen der Hinterhauptkondylen oder des Os

occipitale allgemein, Luxationen zwischen den Hinterhauptkondylen und dem Atlas oder Querfortsatzfrakturen an den beiden oberen Halswirbeln, konnten in unserem Material in keinem Fall beobachtet werden.

Im einzelnen ergibt sich folgendes Bild:

1. Atlaxluxationen

Luxationen zwischen dem ersten und zweiten Halswirbel wurden bei sieben Patienten gesehen. In vier Fällen war die Atlaxluxation mit einer Fraktur des Zahnfortsatzes des Axis vergesellschaftet (einmal noch zusätzlich Atlaxstauungsbruch). Die Luxation erfolgte in einem Fall nach vorne und in den anderen drei Fällen nach hinten, wobei es sich zweimal um Luxationen nur mäßigen Ausmaßes (Subluxationen) handelte. Eine weitere Atlaxluxation wurde im Zusammenhang mit einem hinteren Bogenbruch des Atlas und einer Fraktur des Dornfortsatzes des Axis beobachtet. Auch die einzige reine Luxation (mäßigen Ausmaßes) trat zwischen dem ersten und zweiten Halswirbel ein.

2. Axisluxationen

Sämtliche sechs Luxationen zwischen dem zweiten und dem dritten Halswirbel waren mit Frakturen verbunden. Vier Axisbogenbrüche (einmal doppelseitig) und drei Axiskör-

perfrakturen begleiteten die Verrenkung. Diese erfolgte in vier Fällen nach vorne, während in einem Fall die rotatorische Komponente im Vordergrund stand (einseitige Luxation) und in einem weiteren Fall genauere Angaben nicht vorhanden waren.

3. JEFFERSON-Frakturen

Die Abgrenzung dieser Frakturform von einfachen Atlasbogenbrüchen war mitunter nach den vorliegenden Unterlagen nur schwer oder kaum möglich. Atlasberstungsbrüche nach dem von JEFFERSON beschriebenen Typ (mit axialer Gewalteinwirkung) dürften in drei Fällen als wahrscheinlich anzunehmen sein. Sie waren bei einem Patienten mit einer Fraktur des Processus odontoideus des Axis und bei einem anderen mit einem Bruch des Dornfortsatzes des zweiten Halswirbels vergesellschaftet.

4. Atlasbogenbrüche

Bei neun Patienten trat ein Atlasbogenbruch auf. In zwei Fällen war aufgrund fehlenden Röntgenbildmaterials der frischen Verletzung eine Lokalisation nicht möglich, während bei den übrigen sieben Fällen fünf Brüche des Arcus posterior (einmal doppelseitig) zwei Frakturen des Arcus anterior gegenüberstanden. Die häufigere Fraktur des hintere-

ren Bogens wurde schon von JEFFERSON (1920) und PLAUT (1938) angegeben. Drei Patienten hatten gleichzeitig knöcherne Verletzungen am zweiten Halswirbel (je einmal Fraktur des Dornfortsatzes des Axis mit Axisluxation, Axiskörperfraktur, Fraktur des Dens axis).

5. Frakturen der Massae laterales atlantis

In nur zwei Fällen konnte eine Fraktur im Bereich der Massae laterales atlantis nachgewiesen werden, was wiederum mit den Angaben bezüglich der relativen Seltenheit dieser Verletzungsform bei PLAUT (1938) übereinstimmt. Einer der beiden Patienten zeigte dabei lediglich eine Absprengungsfraktur an einem der Gelenkfortsätze.

6. Frakturen des Dens axis

Mit zwölf Frakturen des Zahnfortsatzes des zweiten Halswirbels war der Anteil dieser Bruchform - verglichen mit verschiedentlichen Angaben in der Literatur - am Krankengut der Atlas- und Axisverletzungen relativ niedrig. Vier Patienten hatten sich eine isolierte Densfraktur zugezogen, davon zwei ohne Stellungsänderung und weitere zwei mit Achsenabknickung des Dens axis. Ebenfalls vier Patienten zeigten eine Vergesellschaftung der Fraktur des Zahnfortsatzes mit Atlasluxationen (eine nach vorn, drei nach

hinten, darunter wieder die beiden schon erwähnten Subluxationsstellungen). Bei den Luxationen nach hinten wurden Dorsal- und Seitkippen des Axiszahns beobachtet. In einem Falle konnte die Frage "isolierte Fraktur oder Luxationsfraktur" nach den eingerichteten Unterlagen der erstbehandelnden Krankenanstalt nicht mehr geklärt werden. Die drei verbleibenden Zahnfortsatzfrakturen zeigten Kombinationen mit einem Axiskörperbruch, mit einem Axiskörper- und Bogenbruch bzw. mit einer vorderen Atlasbogenfraktur. In den beiden ersteren Fällen konnte eine Stellungsveränderung des Dens axis diagnostiziert werden. Das Verhältnis von Frakturen : Luxationsfrakturen lag also bei den Zahnfortsatzbrüchen dieser Untersuchungsreihe bei 7 : 4. Eine Dislokation des abgebrochenen Dens axis lag nach unseren Unterlagen in mindestens acht Fällen vor.

7. Axiskörperbrüche

Frakturen des Axiskörpers wurden in dieser Serie bei sechszehn Patienten beobachtet. Damit war diese Frakturform, die in der Literatur wenig spezielle Erwähnung findet bzw. unter den Verletzungen der oberen Halswirbelsäule kaum gesehen wurde (GROGONO 1954), die häufigste Einzelverletzung dieser Aufstellung (mit nahezu einem Drittel aller beobachteten Verletzungen der Okzipito-Zervikalgegend). Zehn

Patienten wiesen einen isolierten Bruch des Axiskörpers auf. In drei Fällen war diese Fraktur von einer Luxation des zweiten Halswirbels auf dem dritten (eine rotatorische Luxation, zwei Luxationen nach vorne) begleitet. Zwei Patienten wiesen Axiskörperverletzungen (einmal Vorderkantenabbruch, einmal einseitige Kompression des Wirbelkörpers) in Zusammenhang mit Densfrakturen auf. Ein Atlasbogenbruch bestand neben einem Stauchungsbruch des Axiskörpers in einem Falle. Insgesamt handelte es sich bei den 16 Axiskörperfrakturen um zwei Luxationsfrakturen, eine Fissur, zwei Stauchungsbrüche, einen einseitigen Kompressionsbruch, zwei Grundplatteneinbrüche, zwei Abbrüche der unteren Vorderkante, einen Abbruch der unteren Hinterkante sowie fünf nicht näher differenzierbare Frakturen des zweiten Halswirbelkörpers (weitgehend ausgeheilte Übungsbehandlungsfälle, Fröhntodesfälle), darunter wahrscheinlich sowohl Stauchungsbrüche wie bloße Kantenabbrüche.

8. Axisbogenbrüche

Isolierte Bogenbrüche traten in nur drei Fällen auf, während bei sechs Patienten weitere Verletzungen an der oberen Halswirbelsäule vorlagen. Insgesamt waren die Axisbogenbrüche mit neun Beispielen relativ häufig zu sehen. In vier Fällen waren Bogenbrüche des zweiten Halswirbels

mit Axisluxationen verknüpft. Nur je einmal war der Axisbogenbruch mit einer Atlasluxation bzw. mit einem Axiskörperbruch und einer Fraktur des Zahnfortsatzes des Axis liiert. Echte Frakturen traten in acht Fällen auf, während es sich beim neunten um eine Wirbelbogenfissur handelte. Die Bogengelenke waren in mindestens zwei Fällen zusätzlich in Mitleidenschaft gezogen worden. Bei drei Patienten konnten doppelseitige Bogenfrakturen beobachtet werden.

9. Axis-Gelenkfortsatzfrakturen

Eine isolierte einseitige Gelenkfortsatzfraktur wurde nur bei einem Patienten beobachtet.

10. Axis-Dornfortsatzfrakturen

Die sieben beobachteten Dornfortsatzfrakturen am zweiten Halswirbel waren größtenteils mit keiner weiteren Verletzung der oberen Halswirbelsäule verbunden, wohl aber häufig mit tiefer gelegenen Wirbelsäulenfrakturen (siehe Kapitel "Nebenverletzungen"). Je ein Patient hatte gleichzeitig einen Atlasstauchungsbruch und einen Atlasbogenbruch mit Atlasluxation aufzuweisen. In zwei Fällen war offenbar keine Stellungsänderung des Wirbeldorns eingetreten, in den übrigen Fällen dürfte dies die Regel gewesen sein.

Aus statistischen Zweckmäßigkeitsüberlegungen und auf Grund morphologischer Zusammenhänge sei es erlaubt, die zehn oben angeführten Verletzungsformen in den Tabellen der folgenden Abschnitte in fünf Gruppen zusammenzufassen. Die Gruppeneinteilung können wir aus der folgenden Tabelle entnehmen. Daß der Terminus "Bogen- und Fortsatzfrakturen des Axis" stets mit der Ergänzung "mit Ausnahme der Zahnfortsatzfrakturen" zu lesen ist, sei noch ausdrücklich hervorgehoben.

Tabelle 1:

Verletzungsformen und Gruppeneinteilung der Verletzungen
im Bereich von Atlas und Axis

Verletzungsform	Fallzahl	Gruppeneinteilung	Fallzahl
Atlasluxationen	7 (9,7 %)		
Axisluxationen	6 (8,3 %)	Luxationen	13 (18,1 %)
JEFFERSON-Frakt.	3 (4,2 %)		
Atlasbogenbrüche	9 (12,5 %)		
Frakt.d. M. lat.	2 (2,8 %)	Atlasfrakturen	14 (19,4 %)
Frakt.d. Dens axis	12 (16,7 %)	Frakt.d.Dens axis	12 (16,7 %)
Axiskörperfrakt.	16 (22,2 %)	Axiskörperfrakt.	16 (22,2 %)
Axisbogenfrakt.	9 (12,5 %)		
Axisgelenkfrakt.	1 (1,4 %)	Bogen- und Fort-	
Axis-Dornforts.Fr.	7 (9,7 %)	satzfr.d.Axis	17 (23,6 %)
	72 (100 %)		72 (100 %)

III. Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Durchschnittsalter der Patienten mit Frakturen und Luxationen der ersten beiden Halswirbel lag zum Unfallzeitpunkt bei 37,5 Jahren. Ein 16jähriger Schlosserlehrling war der jüngste Patient, während ein 66jähriger Landwirt die Spitze der Alterspyramide bildete. Das Fehlen der Kin-

der ist zwar für das Krankengut eines Unfallkrankenhauses typisch, doch sei gleichzeitig auf die Angaben in der Literatur über die relative Seltenheit entsprechender Verletzungen bei Jugendlichen und Kindern hingewiesen. Auch das fast totale Fehlen der im Rentenalter stehenden Jahrgänge findet seine besondere Erklärung in der Aufgabe eines berufsgenossenschaftlichen Rehabilitationszentrums einerseits wie in der reduzierten Expositionshäufigkeit dieser Jahrgänge gegenüber schädigenden Einwirkungen. Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt zwei Altersgipfel auf - zwischen dem 21. und 30. und zwischen dem 51. und 60. Lebensjahr. Diese Altersverteilung scheint mit der Alterspyramide (der männlichen Bevölkerung) in der Bundesrepublik Deutschland in Zusammenhang zu stehen.

Tabelle 2:

Alters- und Geschlechtsgliederung

Alter	Männer	Frauen	Insgesamt
10 - 20	5	1	6 (11,8 %)
21 - 30	8	3	11 (21,6 %)
31 - 40	8	-	8 (15,6 %)
41 - 50	5	1	6 (11,8 %)
51 - 60	9	4	13 (25,5 %)
61 - 70	7	-	7 (13,7 %)
	42 (82,4 %)	9 (17,6 %)	51 (100 %)

Die Geschlechtsverteilung zeigt ein starkes Überwiegen der männlichen Patienten (42 = 82,4 %), was auf die wesentlich häufigere Beteiligung von Männern an entsprechenden Arbeitsunfällen wie auch das Überwiegen männlicher Verletzter bei Verkehrs- oder Wegeunfällen zurückzuführen ist und durch die spezifische Selektion eines berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses zusätzlich unterstrichen wird. Die Altersverteilung der weiblichen Patienten erlaubt wegen der geringen Fallzahl (9) keine besonderen Schlüsse. Jedenfalls weicht das Durchschnittsalter der Patientinnen (40,4 Jahre) nicht wesentlich von dem der männlichen Patienten (36,8 Jahre) ab.

In der folgenden Tabelle wollen wir auf Beziehungen zwischen der Altersgliederung und den einzelnen Verletzungsformen eingehen.

Das Durchschnittsalter für alle 72 Verletzungen liegt bei 40,2 Jahren, was darauf schließen läßt, daß Mehrfach- und Kombinationsverletzungen im Bereich der oberen Halswirbelsäule in unserer Serie bei Patienten mit überdurchschnittlichem Lebensalter gehäuft auftraten, denn das Durchschnittsalter der 51 Patienten ohne Berücksichtigung der Mehrfachverletzungen lag bekanntlich bei nur 37,5 Jahren. Die letz-

Tabelle 3:

Altersgliederung und Verletzungsform

Alter	Luxationen	Atlasfr.	Fr. des Dens axis	Axiskö. Frakt.	Axisbogen- u. -forts. Frakt.
11-20	3	1	2	1	2
21-30	3	4	5	5	2
31-40	2	2	-	2	3
41-50	1	3	-	2	2
51-60	2	3	3	3	7
61-70	2	1	2	3	1
Summe	13	14	12	16	17
Durch- schn. Alter	37,9	40,0	37,5	40,1	45,1

te Spalte der Tabelle 3 verdient noch eine Aufschlüsselung. Während die sieben Dornfortsatzfrakturen ein mittleres Lebensalter von 54,7 Jahren zeigten, lag dasjenige der neun Axisbogenfrakturen mit 33,5 Jahren um über 20 Jahre darunter.

IV. Berufsgliederung

Die Berufsstatistik zeigt uns folgendes Bild:

Tabelle 4

Berufe	Männer	Frauen	Insgesamt
Landwirt(in)	1	2	3
Landwirtsch.Arbeiter	2	-	2
Hilfsarbeiter	9	-	9
Maurer	3	-	3
Maler	2	-	2
Schlosser	2	-	2
Mechaniker	3	-	3
Bergmann	1	-	1
Dachdecker	1	-	1
Zimmerer	2	-	2
Steinmetz	1	-	1
Graveur	1	-	1
Maschinist	1	-	1
Stahlarbeiter	1	-	1
Eisenbahnarbeiter	2	-	2
Lageristen	2	-	2
Berufsrennfahrer	1	-	1
Kraftfahrer	2	-	2
Büroangestellte	-	3	3
Arzt	2	-	2
Selbständige	1	2	3
Student	1	-	1
Rentner	2	-	2
Hausfrau	-	1	1
	42	9	51

Arbeiter in Industrie und Handwerk stellen mit 29 Personen über die Hälfte der Verunglückten (56,9 %). Der Dienstleistungssektor folgt mit 12 Verletzten (23,5 %), während der Agrarsektor mit 6 Patienten oder 11,8 % vertreten ist. Vier Personen oder 7,8 % waren nicht berufstätig. Sechs Selbständige (einschließlich Landwirte) stehen 40 Arbeitnehmern gegenüber. Die besondere Gefährdung der Industrie- und Handwerksberufe wird durch diese Statistik deutlich. Auf diese Gruppe (und die in der Landwirtschaft Tätigen) entfallen auch fast alle Arbeitsunfälle, während Beschäftigte in den Dienstleistungsberufen und Nichtbeschäftigte fast ausschließlich durch Wege-, Verkehrs- und Sportunfälle zu ihrer Verletzung gekommen sind.

V. Zugehörigkeit zu den einzelnen Berufsgenossenschaften

13 der 51 Patienten waren nicht berufsgenossenschaftlich versichert. Die übrigen 38 hatten folgende berufsgenossenschaftlichen Kostenträger:

Tabelle 5:

Berufsgenossenschaft	Patientenzahl
Bayerische Bau-BG	13
Tiefbau-BG	1
Südd. Eisen- und Stahl-BG	5
Nordwestl. Eisen- und Stahl-BG	1
Landwirtschaftliche BG Franken	1
Landwirtschaftliche BG Oberbayern	4
Landwirtschaftliche BG Schwaben	1
Zucker-BG	2
Großhandels- und Lagerei-BG	1
Steinbruchs-BG	1
BG der keramischen und Glasindustrie	1
BG für Nahrungsmittel und Gaststätten	1
BG für Fahrzeughaltungen	1
Bergbau-BG	1
Bundesausführungsbehörde für Unfallvers.	2
Staatl. Ausführungsbehörde für Unfallvers.	1
Bayer. Gemeinde-Unfallversicherungsverband	1
Summe	38

Der hohe Anteil des Bausektors (36,8 %) erklärt sich einerseits aus den großen Beschäftigungszahlen in diesem Bereich, andererseits aber auch aus der besonderen Gefährdung der dort Beschäftigten durch einschlägige Arbeitsunfälle.

VI. Zeitliche Zusammenhänge

50 der 51 Unfälle ereigneten sich in den Jahren 1954 - 1970. Ein Unfall, der im UKM nur einer Spätbegutachtung unterzogen wurde, hatte sich schon 1939 zugetragen. Auf die einzelnen Unfalljahre verteilt ergibt sich folgendes Bild:

Tabelle 6:

Unfalljahr	Fallzahl	Unfalljahr	Fallzahl
1954	2	1963	5
1955	2	1964	3
1956	4	1965	2
1957	5	1966	4
1958	0	1967	7
1959	3	1968	2
1960	1	1969	2
1961	6	1970	2
1962	0		

In der ersten Hälfte des Beobachtungszeitraums (1954 - 1961) wurden insgesamt 23 Verletzungen der beiden oberen Halswirbel beobachtet, während in der zweiten Hälfte (1963 - 1970) 27 derartige Verletzungen zur Beobachtung kamen. Schlüssige Hinweise auf eine Zunahme entsprechender Frakturen und Luxationen, die in der Literatur insbesondere in Zusammenhang mit der Densfraktur verschiedentlich ange-

geben werden, haben sich hier also nicht ergeben. Über die Beteiligung der einzelnen Unfallarten im Verlauf des Untersuchungszeitraumes wird weiter unten noch zu berichten sein.

VII. Unfallart und -hergang

Die 38 Unfälle der gesetzlich Unfallversicherten gliedern sich in 14 Wegeunfälle (36,8 %) und 24 Arbeitsunfälle (63,2 %).

Bei den Wegeunfällen dominierten erwartungsgemäß Autounfälle (sechs), während vier Patienten mit dem Moped, zwei mit dem Motorrad, einer mit dem Fahrrad und ebenfalls einer mit der Eisenbahn verunglückten.

Auch unter den Arbeitsunfällen finden wir zwei Autounfälle und je einen Motorrad- und Eisenbahnunfall, während sich 20 am Arbeitsplatz im engeren Sinne ereigneten. 12 Patienten zogen sich ihre Verletzung durch einen Sturz aus 2 - 20 Meter Höhe zu, fünf wurden von einem schweren Gegenstand am Kopf getroffen und drei verunglückten auf eine andere Art und Weise.

Die Gesamtzahl aller Verkehrsunfälle (18) erreicht fast diejenige der nichtverkehrsbedingten Arbeitsunfälle (20).

Die 13 nicht berufsgenossenschaftlich Versicherten waren in acht Fällen bei Autounfällen verletzt worden, in einem Fall bei einem Motorradunfall, während darüber hinaus drei Sportunfälle und ein Treppensturz beobachtet wurden. Hier stehen also Verkehrsunfälle ganz eindeutig im Vordergrund.

Einen Überblick über die bei der Gesamtzahl der Patienten (51) beobachteten Unfallarten gibt uns die folgende Tabelle 7:

Unfallarten	Zahl der Fälle
<u>Verkehrsunfälle</u>	27
davon Autounfälle	16
davon Motorradunfälle	4
davon Mopedunfälle	4
davon Fahrradunfälle	1
davon Eisenbahnunfälle	2
<u>Unfälle am Arbeitsplatz i.e.S.</u>	20
davon Stürze aus größerer Höhe	12
davon Stürze auf ebener Erde	3
davon Schläge auf den Kopf durch schwere Gegenstände	5
<u>Sportunfälle</u>	3
davon Stürze vom Pferd	2
davon Steinschlag beim Bergsteigen	1
<u>Häuslicher Unfall</u> (Treppensturz)	1

Die Verkehrsunfälle stehen also mit fast 53,0 % ganz eindeutig an der Spitze und unter ihnen dominieren wiederum die Autounfälle, die allein für 31,4 % aller beobachteten Verletzungen von Atlas und Axis verantwortlich sind. Da nach der Zusammensetzung des Patientengutes eines berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses eine positive Selektion in bezug auf Arbeitsunfälle angenommen werden kann, dürften unter den Patienten eines allgemeinen Krankenhauses die Verkehrsunfälle noch eindeutiger im Vordergrund stehen. Bei zwei Patienten finden sich in den Akten keine genaueren Angaben über den Hergang des Autounfalls. Fünf Patienten führen mit ihren Wagen über die Böschung, meist nach vorheriger Schleuderung. Drei Patienten überschlugen sich mit ihren Fahrzeugen und wurden teilweise durch die Windschutzscheibe oder aus der Türe geschleudert. Weitere drei fuhren mit ihren Wagen gegen Beton- und Stahlmasten. In zwei Fällen wurde das Auto seitlich von einem anderen gerammt. Überraschenderweise konnte nur ein Auffahrunfall (von hinten) beobachtet werden, ein Unfallmechanismus, der bekanntlich heute für einen Großteil der Halswirbelsäulenverletzungen verantwortlich ist (vorwiegend allerdings nur Distorsionen und Kontusionen verursachend) und die klassische Form eines "Whiplash injury" (GAY, ABBOT 1953) darstellt. Die Gewalteinwirkung erfolgte

nur in einem Fall von hinten (= Beschleunigung durch auf-fahrendes Fahrzeug), in zwei Fällen von der Seite und in mindestens acht Fällen von vorne (= Abbremsung, durch Gräben, Masten und andere Objekte). Überschlagunfälle blieben hierbei wegen der komplexen Mechanismen der Krafteinwirkung unberücksichtigt. Wenn auch eine exakte Unfallanalyse geneuere Daten der Unfallhergänge erfordern würde, können wir doch annehmen, daß (primär) Hyperextension wie beim typischen Auffahrunfall von hinten gegenüber (primärer) Hyperflexion, die bei Abbremsung von vorne beobachtet wird, wesentlich seltener eintrat.

Bei den vier Motorradunfällen (7,8 %) handelte es sich um zwei Auffahrunfälle mit Schleuderung nach vorne, einen Sturz rücklings vom Motorrad nach Kollision mit Metallstange an der Stirn (Hyperextension) und einen Sturz, nachdem das Motorrad bei einem Rennen aus der Kurve getragen wurde. Darüber hinaus befinden sich in unserer Serie vier Mopedunfälle (7,8 %). Je zwei Mopedfahrer stießen mit Kraftwagen zusammen bzw. kamen auf andere nicht näher eruierbare Weise zum Sturz.

Ein Fahrradunfall (2,0 %) kam durch einen Sturz ohne Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug zustande.

Von den zwei Eisenbahnunfällen (3,9 %) ist einer in den Akten weiter nicht beschrieben, während beim anderen ein verfehlter Aufsprungversuch zu einer Einklemmung des Körpers und Kopfes zwischen Bahnsteig und Zug führte.

20 Unfälle am Arbeitsplatz (ohne Unfälle auf Straße und Schiene in Berufsausübung) bilden die zweite Gruppe (39,2%). Hier beobachteten wir in der Mehrzahl der Fälle Stürze aus mehr oder minder großer Höhe (23,5 %). Die Fallhöhe lag bei

2 - 3 m in vier Fällen
4 - 6 m in sechs Fällen
12 - 20 m in zwei Fällen.

In je drei Fällen erfolgte der Sturz von einer Leiter bzw. einem Baugerüst. Ebenfalls dreimal kam es zum Unfall durch einen Sturz von vollbeladenen landwirtschaftlichen Fahrzeugen, während bei zwei Verunglückten der Fall vom Heustock ursächlich war. Die höchste Fallhöhe (20 m) wurde bei einem Bergwerksabsturz vermerkt. Bei mehreren Patienten wird im Krankenblatt beim Fall ein Aufkommen mit dem Kopf mitgeteilt, genaue und sichere Angaben sind jedoch nicht vorhanden.

Drei Patienten (5,9 %) verletzten sich beim Sturz auf ebener Erde. Einer wurde durch einen Stromschlag zu Boden geschleudert, ein weiterer stürzte beim Ausrutschen auf den Hinterkopf. Ein Bauer kam bei der Feldarbeit mit seinem Fuß zwischen die Eggenzähne, fiel hin und wurde 50 Meter von den Pferden am Boden dahingeschleift.

Fünf Patienten (9,8 %) verunglückten durch den Aufprall eines schweren Gegenstandes auf den Kopf (Baggergreifer, Eisenplatte aus der Höhe, Windehakenhebel, zweimal Holzbalken). Die Krafteinwirkung erfolgte im Falle der Eisenplatte axial, in den anderen vier Fällen direkt auf das Hinterkopf-Nackengebiet.

Mit drei Sportunfällen (5,9 %) ist diese Gruppe relativ schwach vertreten, was mit den Angaben in der Literatur übereinstimmen dürfte. Daß die an sich recht häufigen Sportverletzungen der Halswirbelsäule (in erster Linie durch Springen in seichtes Wasser und Bodenturnen verursacht) mehr die mittlere und untere Halswirbelsäule betreffen.

Einen interessanten Aspekt stellt in diesem Zusammenhang der Wandel in der Häufigkeit bestimmter Unfallursachen im Verlaufe des Untersuchungszeitraumes dar. In der ersten

Hälfte dieses Zeitraumes ergab sich folgendes Verhältnis:

Tabelle 8:

Jahr	Verkehrsunfälle	Arbeitsunfälle	sonst. Unfälle
1954	1	1	-
1955	-	2	-
1956	1	3	-
1957	3	2	-
1958	-	-	-
1959	1	2	-
1960	1	-	-
1961	3	2	1
	10 (43,5 %)	12 (52,2 %)	1 (4,3 %)

In den Jahren 1963 - 1970 pendelte sich dagegen ein ganz anderes Verhältnis ein, wie wir aus der folgenden

Tabelle 9 ersehen können:

Jahr	Verkehrsunfälle	Arbeitsunfälle	sonst. Unfälle
1963	3	1	1
1964	3	-	-
1965	2	-	-
1966	2	1	1
1967	3	3	1
1968	2	-	-
1969	1	1	-
1970	1	1	-
	17 (63,0%)	7 (25,9 %)	3 (11,1 %)

Während sich die Zahl der Verkehrsunfälle im zweiten Abschnitt unseres Beobachtungszeitraums gegenüber dem ersten fast verdoppelte (von 10 auf 17 oder von 43,5 auf 63,0 %), sank die Zahl der nichtverkehrsbedingten Arbeitsunfälle im gleichen Zeitabschnitt von 12 auf sieben oder von 52,2 % auf 25,9 %. Bei alleiniger Berücksichtigung der Straßenverkehrsunfälle ergab sich sogar ein Absinken von acht auf 17 zwischen dem ersten und zweiten Untersuchungszeitraum. Autounfälle verursachten 1954 - 1961 zwei Verletzungen von Atlas oder Axis (8,7 %), 1963 - 1970 dagegen 14 Verletzungen (51,8 %) ! Daß die Straßenverkehrsunfälle einen immer größeren Anteil der Verletzungen der oberen Halswirbelsäule verursachen, wird in der neueren Literatur immer wieder betont. Auch unsere Zahlen sprechen hier eine deutliche Sprache.

Schließlich erscheint es lohnend, möglichen Zusammenhängen zwischen Verletzungsart und Unfallursache nachzugehen.

Einen Überblick vermittelt uns die Tabelle 10.

Luxationen zwischen dem ersten und zweiten bzw. zweiten und dritten Halswirbel wurden siebenmal nach Autounfällen und viermal beim Fall aus mehreren Metern Höhe beobachtet.

Tabelle 10:

Verletzungsform	Verkehrs- unfälle	Arbeits- unfälle	sonstige Unfälle
Luxationen	7	6	-
Atlasfrakturen	6	6	2
Dens axis-Frakt.	8	3	1
Axiskörperfrakt.	9	6	1
Axisbogen- und -fortsatzfrakt.	10	7	-

Atlasfrakturen wurden in je vier Fällen bei Motorrad- oder Mopedunfällen bzw. bei Fall aus der Höhe gesehen. Bei zwei Verletzungen wirkte direkte Gewalteinwirkung durch einen schweren Gegenstand auslösend. Ferner wurde u.a. ein Sportunfall (Sturz vom Pferd) vermerkt.

Eine Fraktur des Dens axis ging überwiegend auf das Konto der Verkehrsunfälle, wobei es sich meist (in sechs Fällen) um Autounfälle handelte. Auch hier trat u.a. einmal die Fraktur durch einen Sturz vom Pferd ein.

Die Axiskörperfrakturen verteilen sich ziemlich dem Durchschnitt entsprechend auf die verschiedenen Verletzungsursachen. Wir sahen in der Serie beispielsweise drei Autounfälle, ebenfalls drei Moped- oder Motorradunfälle und vier Stürze aus mehr oder minder großer Höhe.

Auch die Bogen- und Fortsatzfrakturen des Axis zeigen in ihrer Verteilung keine besonderen Auffälligkeiten. Wir beobachteten hier insbesondere Autounfälle (sieben) und Stürze aus der Höhe (fünf).

Mehrfachverletzungen im Bereich der oberen Halswirbelsäule (Luxationsfrakturen oder gleichzeitig mehrere Frakturen nebeneinander) wurden insgesamt bei 14 Patienten gesehen und zwar bei neun Verkehrsunfällen und fünf Arbeitsunfällen.

VIII. Nebenverletzungen

(einschl. neurologischer Komplikationen)

1. Übersicht

Weitere Verletzungen neben den Frakturen und Luxationen der beiden ersten Halswirbel wurden außerordentlich häufig, nämlich bei 47 Patienten (92,2 %) beobachtet. Nur vier (7,8 %) waren davon ausgenommen. Diese "Nebenverletzungen" standen in fünf Fällen (9,8 %) eindeutig im Vordergrund des klinischen Interesses und in weiteren 25 Fällen (49,0 %) mit im Vordergrund. Bei sechs Patienten gingen die Verletzungen mit einem Kreislaufschock einher. Die folgenden Tabellen geben uns Aufschluß über die Lokalisation der Nebenverletzungen.

Tabelle 11:

Kopfverletzungen

Art der Verletzung	Patientenzahl
Schädelprellungen	7 (13,7 %)
Commotiones cerebri	20 (39,2 %)
Contusiones cerebri (darunter zwei mit zentralen Lähmungen)	5 (9,8 %)
Cephalhämatome	1 (2,0 %)
Schädelfrakturen (darunter drei Schädeldachfrakturen)	4 (7,8 %)
Platz-, Schürf-, Skalpierungswunden	8 (15,7 %)
Commotiones labyrinthi	1 (2,0 %)
Nasenbeinfrakturen	1 (2,0 %)
Zungenbißverletzungen	1 (2,0 %)

Diese 48 verschiedenen Kopfverletzungen verteilen sich auf 29 Patienten. Nebenverletzungen im Kopfbereich traten also bei 56,8 % auf. Die Gehirnerschütterung war mit einer Beteiligung von 39,2 % die häufigste Nebenverletzung überhaupt. Fast jeder zweite Patient (25 von 51 oder 49,0 %) erlitt entweder eine Commotio oder eine Contusio cerebri.

Tabelle 12

Verletzungen der übrigen Wirbelsäulenabschnitte und des Rückenmarks

Art der Verletzung	Patientenzahl
Halswirbelsäulen-Distorsionen (meist Schleudertraumen)	6 (11,8 %)
Frakt. u. Luxationsfrakt. d. Halswirbelkörper 3 - 7 (je 1mal 3., 4., 6., 7. HW)	4 (7,8 %)
Frakt. d. Halswirbelbögen 3 - 7 (2mal 3., 1mal 4. HW)	3 (5,9 %)
Frakt. d. Halswirbeldornfortsätze 3 - 7 (2mal 3., 1mal 7. HW)	3 (5,9 %)
reine HWS-Luxationen (5./6. HW)	1 (2,0 %)
Frakt. u. Luxationsfrakt. d. Brustwirbelkörper 2mal 4., 4mal 5., 2mal 6., je 1mal 8., 11., 12. BW, also insgesamt 11 Frakturen)	8 (15,7 %)
Frakt. d. Lendenwirbelkörper (5. LW)	1 (2,0 %)
Frakt. d. Lendenwirbelquerfortsätze (3. und 4. LW)	1 (2,0 %)
Kontusionen und Quetschungen des Rückenmarks	12 (23,5 %)
davon mit Ausbildung totaler Querschnittläsionen	5 (9,8 %)
davon mit Ausbildung partieller Querschnittläsionen (darunter 3 unvollständige Tetraparesen, 2 Hemiparesen, 1 Monoparese, 3 Brown-Sequard-Syndrome)	7 (13,7 %)
Nervenzurzelreizerscheinungen	4 (7,8 %)

Die angeführten 43 Verletzungen und Verletzungsfolgen betrafen wiederum 29 der 51 Patienten oder 56,8 %. Knöcherne

Nebenverletzungen anderer Wirbelsäulenabschnitte traten bei 18 Patienten (35,3 %) auf, wobei insgesamt 25 Frakturen und Luxationen gezählt wurden. Einschließlich der Halswirbelsäulen-Distorsionen war sogar bei 22 Personen (43,1 %) eine Verletzung von unterhalb von Atlas und Axis liegenden Wirbelsäulenabschnitten eingetreten. Die Diagnose massiver Verletzungen in anderen Wirbelsäulenbereichen kann leicht die Suche nach Atlas- und Axisfrakturen verhindern oder verzögern, was weiter unten noch an einigen Beispielen dargelegt werden soll, wo Verletzungen der beiden ersten Halswirbel erst nach Monaten oder Jahren festgestellt wurden. Andererseits muß stets bei erkannten Frakturen in diesem Bereich die Suche nach weiteren knöchernen Verletzungen der Wirbelsäule fortgeführt werden. In unserem Untersuchungsgut war naheliegenderweise der dritte Halswirbel mit fünf Frakturen am häufigsten mitbetroffen, gefolgt vom fünften Brustwirbel mit vier Brüchen. Die starke Mitbeteiligung der mittleren Brustwirbelsäule fiel auf.

Rückenmarkverletzungen im Sinne partieller (7) oder totaler (5) Querschnittläsionen wurden immerhin bei 12 Patienten beobachtet (23,5 %). Interessanterweise waren die totalen Querschnittslähmungen stets durch 'Frakturen unterhalb von Atlas und Axis verursacht (je 1mal 3. HW, 6. HW,

2mal 5. BW, 1mal 8. BW). Lediglich in einem, vielleicht noch einem zweiten Fall dürfte eine Atlas- oder Axisverletzung hierbei schon ab dieser Segmenthöhe eine partielle Lähmung ausgelöst haben. Die partiellen Querschnittläsionen waren dagegen stets auf Atlas- oder Axisverletzungen zurückzuführen. Einschließlich der Nervenwurzelreizerscheinungen und -ausfälle (vier), die wiederum allesamt aus Verletzungen der beiden oberen Halswirbel resultierten, hatten 16 Patienten (31,4 %) eine gravierende neurologische Symptomatik aufzuweisen. Frakturen und Luxationen von Atlas und Axis verursachen in unserer Untersuchungsreihe also in keinem Falle eine totale Querschnittlähmung, aber in mindestens acht Fällen (15,7 %) eine partielle Läsion.

Tabelle 13

Rumpfverletzungen

Art der Verletzung	Patientenzahl
Rippenfrakturen (fast stets multipel, die 1. - 12. Rippe betreffend)	9 (17,6 %)
Clavikulafrakturen	4 (7,8 %)
Beckenbrüche (2 Sitz- und Schambeinbrüche, 1 Beckenringbruch)	3 (5,9 %)

13 Patienten (25,5 %) erlitten Verletzungen im Bereich des Rumpfes (ausschließlich Knochenbrüche). Erwartungsgemäß stehen die eher harmlosen Rippenfrakturen (insbesondere bei Autofahrern) hier an der Spitze. Sie verkörpern eine der häufigsten Nebenverletzungsformen.

Tabelle 14

Verletzungen der oberen Extremitäten

Art der Verletzung	Patientenzahl
Frakt. des Proc. coracoideus scapulae	1 (2,0 %)
Schultergelenksluxationen	1 (2,0 %)
Humerusfrakturen	1 (2,0 %)
Radiusfrakturen	3 (5,9 %)
multiple Handfrakturen	1 (2,0 %)
Frakt. des Os scaphoideum	2 (3,9 %)
Handrückenverletzungen mit Strecksehnen- durchtrennung	2 (3,9 %)
Handprellungen	1 (2,0 %)
Stromverletzungen der Hand	1 (2,0 %)

Zehn Patienten (19,6 %) zogen sich 13 Nebenverletzungen (darunter neun Frakturen) an den oberen Gliedmaßen zu.

Tabelle 15

Verletzungen der unteren Extremitäten

Art der Verletzung	Patientenzahl
Femurfrakturen	5 (9,8 %)
Knieprellungen	2 (3,9 %)
offene Kniegelenkverletzungen	1 (2,0 %)
Unterschenkelfrakturen	2 (3,9 %)
Knöchelfrakturen	1 (2,0 %)
Mittelfußknochenfrakturen (multipel)	1 (2,0 %)
Frakt. des Os naviculare	2 (3,9 %)

Die Gesamtzahl der Bein- und Fußverletzungen (14) liegt etwa in gleicher Höhe wie die der Verletzungen der oberen Extremitäten. Acht Patienten (15,7 %) wiesen derartige Nebenverletzungen auf. Auch hier stehen die Frakturen (11) eindeutig an der Spitze.

Sonstige Verletzungen wurden bei sieben Patienten beobachtet (fünfmal multiple Schürfwunden, dreimal Muskelzerrungen).

Die Summe aller Nebenverletzungen lag bei 13⁴, was einen Durchschnittswert von 2,63 pro Patient ergibt. Aussagekräftiger bezüglich der Schwere des Unfallgeschehens sind aber die Tatsachen, daß in unserer Untersuchungsreihe das

Fehlen von ernstzunehmenden Nebenverletzungen selten war und ausgesprochen schwere Nebenverletzungen (insbesondere anderer Wirbelsäulenabschnitte und des Rückenmarks) ziemlich häufig auftraten.

2. Nebenverletzungen bei den einzelnen Verletzungsformen

Die verschiedenen Verletzungsformen werden im folgenden wieder in fünf Gruppen zusammengefaßt. Läsionen harmloser Art wie Hautwunden, Prellungen und dgl. werden dabei nicht mehr aufgeführt.

Tabelle 16

Nebenverletzungen bei Luxationen

Art der Nebenverletzung	Patientenzahl
Commotiones oder Contusiones cerebri	6 (46,1 %)
zentrale Lähmungen	1 (7,7 %)
Halswirbelsäulen-Distorsionen	2 (15,4 %)
Frakt. der mittl. u.unteren HWS	2 (15,4 %)
Frakt. d. Brustwirbelsäule	1 (7,7 %)
partielle Querschnittläsionen	3 (23,1 %)
Nervenzusammenstoßstörungen	1 (7,7 %)
Frakt. im Bereich des Rumpfes	2 (15,4 %)
Frakt. im Bereich der ob. Extremität	1 (7,7 %)

Die 13 Luxationen (= 100 %) in unserem Krankengut verliefen in 12 Fällen (92,3 %) mit Nebenverletzungen. Bei nahe-

zu der Hälfte dieser Patienten konnte allerdings gleichzeitig nur noch eine Commotio oder (wesentlich seltener) Contusio cerebri diagnostiziert werden. Nebenverletzungen an anderen Wirbelsäulenabschnitten waren eher selten (bei drei Personen bzw. 23,1 %). Luxationsbedingte oder -mitbedingte neurologische Komplikationen im Sinne partieller Querschnittslähmungen traten immerhin bei drei Patienten (23,1 %) auf.

Tabelle 17

Nebenverletzungen bei Atlasfrakturen

Art der Nebenverletzung	Patientenzahl
Commotiones oder Contusiones cerebri	8 (57,1 %)
Schädelfrakturen	1 (7,1 %)
Halswirbelsäulen-Distorsionen	1 (7,1 %)
Frakt. der mittl. und unteren HWS	2 (14,3 %)
Frakt. der Brustwirbelsäule	2 (14,3 %)
Frakt. der Lendenwirbelsäule	1 (7,1 %)
totale Querschnittläsionen	2 (14,3 %)
partielle Querschnittläsionen	1 (7,1 %)
Nervenzwurzelstörungen	1 (7,1 %)
Frakt. im Bereich des Rumpfes	3 (21,4 %)
Frakt. im Bereich der ob. Extremitäten	1 (7,1 %)
Frakt. im Bereich der unt. Extremitäten	4 (28,6 %)

Auch bei den Atlasfrakturen traten mit einer Ausnahme (in 13 von 14 Fällen) stets Nebenverletzungen auf. Eine Gehirnerschütterung war im Zusammenhang mit dieser Verletzungs-

form besonders häufig zu beobachten. Auch gleichzeitige knöcherne Verletzungen anderer Wirbelsäulenabschnitte (bei fünf Patienten bzw. 35,7 %) waren nicht selten. Querschnittläsionen fanden wir dreimal, davon eine totale sicher durch eine Fraktur eines Brustwirbelkörpers bedingt, eine weitere höchstwahrscheinlich durch eine Fraktur im Bereich der mittleren Halswirbelsäule (genaue Abklärung war nicht möglich, Exitus wenige Tage nach Verletzungseintritt). Nur eine partielle Querschnittläsion stand mit einer Atlasfraktur in ursächlichem Zusammenhang (7,1 %). Die Seltenheit ernster neurologischer Komplikationen bei Atlasfrakturen, die auch in der neueren Literatur hervorgehoben wird, konnte in unserer Reihe ebenfalls bestätigt werden.

Tabelle 18

Nebenverletzungen bei Dens axis - Frakturen

Art der Nebenverletzung	Patientenzahl
Commotiones oder Contusiones cerebri	4 (33,3 %)
Halswirbelsäulen-Distorsionen	1 (8,3 %)
Frakt. der mittl. und unt. HWS	2 (16,7 %)
totale Querschnittläsionen	1 (8,3 %)
partielle Querschnittläsionen	2 (16,7 %)
Frakt. im Bereich des Rumpfes	2 (16,7 %)
Frakt. im Bereich der ob. Extremitäten	2 (16,7 %)
Frakt. im Bereich der unt. Extremitäten	1 (8,3 %)

In dieser Gruppe zeigten 10 von 12 Patienten Nebenverletzungen, darunter drei Frakturen anderer Wirbelsäulenabschnitte (25,0 %). Wir sahen bei den Zahnfortsatzfrakturen unterdurchschnittlich wenige (insbesondere wenig knöcherne) Nebenverletzungen. Querschnittläsionen wurden in drei Fällen beobachtet, wobei die totale Querschnittläsion wiederum auf eine Fraktur eines Brustwirbelkörpers zurückzuführen ist. Für die beiden partiellen Querschnittläsionen dürfte die Dens axis-Fraktur von entscheidender Bedeutung gewesen sein. Diese Zahl bestätigt wieder einmal die Überschätzung der Gefahren dieser klassischen "Genickbruch"-Verletzung in der älteren Literatur. Die von uns ermittelte neurologische Komplikationsrate von 16,7 % entspricht in etwa neueren Literaturangaben (NACHEMSON 1960).

Tabelle 19

Nebenverletzungen bei Frakturen des Axiskörpers

Art der Nebenverletzung	Patientenzahl
Commotiones oder Contusiones cerebri	9 (56,2 %)
zentrale Lähmungen	1 (6,2 %)
Frakturen im Schädelbereich	4 (25,0 %)
Frakt. der mittl. und unt. HWS	6 (37,5 %)
Frakt. der Brustwirbelsäule	3 (18,7 %)
Frakt. der Lendenwirbelsäule	1 (6,2 %)
totale Querschnittläsionen	2 (12,5 %)
partielle Querschnittläsionen	3 (18,7 %)
Nervenwurzelstörungen	1 (6,2 %)
Frakt. im Bereich des Rumpfes	6 (37,5 %)
Frakt. im Bereich der ob. Extremitäten	3 (18,7 %)
Frakt. im Bereich der unt. Extremitäten	3 (18,7 %)

Alle 16 Axiskörperverletzungen verliefen in unserer Reihe mit Nebenverletzungen. Nach Häufigkeit und Schwere der Begleitverletzungen steht diese Verletzungsform eindeutig an der Spitze unserer Statistik. Insbesondere fällt die Häufigkeit weiterer knöcherner Verletzungen in anderen Wirbelsäulenabschnitten (neun Fälle bzw. 56,2 %) auf. Schwere neurologische Komplikationen konnten in fünf Fällen beobachtet werden. Eine der beiden totalen Querschnittläsionen im Brustwirbelsäulenbereich war bereits ab Axissegmenthöhe partiell, so daß auf das Konto einer Axiskörperverletzung (hierbei handelt es sich in der Regel um Axisstauchungsbrüche) vier partielle Querschnittslähmungen (25,0%) zu rechnen sind, wobei in einem Falle eine gleichzeitige Dens axis-Fraktur mitverantwortlich gewesen sein dürfte.

Tabelle 20

Nebenverletzungen bei Frakturen der Wirbelbögen, der Gelenk- und Dornfortsätze des Axis

Art der Nebenverletzung	Patientenzahl
Commotiones oder Contusiones cerebri	6 (35,3 %)
zentrale Lähmungen	1 (5,9 %)
Halswirbelsäulen-Distorsionen	3 (17,7 %)
Frakt. der mittl. und unt. HWS	2 (11,8 %)
Frakt. der Brustwirbelsäule	1 (5,9 %)
totale Querschnittläsionen	1 (5,9 %)
partielle Querschnittläsionen	3 (17,7 %)
Nervenwurzelstörungen	2 (11,8 %)
Frakt. im Bereich des Rumpfes	5 (29,4 %)
Frakt. im Bereich der ob. Extremitäten	3 (17,7 %)
Frakt. im Bereich der unt. Extremitäten	1 (5,9 %)

Die 17 Bogen-, Gelenkfortsatz- und Dornfortsatzfrakturen der Untersuchungsserie waren in 16 Fällen von Nebenverletzungen begleitet. Erwartungsgemäß waren diese aber im Durchschnitt weniger gefährlicher Art als bei den Axiskörperverletzungen. Knöcherne Verletzungen in anderen Wirbelsäulenabschnitten waren mit drei Beispielen ausgesprochen selten (17,7 %). Die eine hier gesehene totale Querschnittläsion entstand wiederum durch eine Brustwirbelfraktur, während drei Teilpareesen in einem Falle durch eine Atlasbogenfraktur und in zwei Fällen durch Axisbogenbrüche (11,8 %) bedingt oder mitbedingt waren (einmal gleichzeitige Atlasluxation, die für jene Teilparese die wesentlichere Rolle gespielt haben dürfte). Axisdornfortsatzbrüche hatten selbstverständlich bei keinem Patienten schwere neurologische Komplikationen zur Folge.

IX. Art der Erstbehandlung

Die Erstbehandlung erfolgte bei 40 von 51 Patienten (78,4 %) in auswärtigen Kliniken bzw. in einigen wenigen Fällen ausschließlich ambulant.

Einen Überblick über die bei den verschiedenen Verletzungsformen (insgesamt 54 Frakturen und Luxationen) auswärts dabei angewandten therapeutischen Maßnahmen gibt die Tabelle
21:

Behandlungsmethoden	Luxationen	Atlasfrakt.	Dens axis-Frakt.	Axiskör- perfrakt.	Axisbogen- u.Forts.-Fr.	Gesamt- zahlen d. beh.Pat.
Glissonschlinge	5 (55,6 %)	5 (45,5 %)	7 (87,5 %)	3 (18,7 %)	5 (41,7 %)	13 (32,5 %)
SCHANZscher Watte- verband	4 (44,4 %)	2 (18,2 %)	3 (37,5 %)	2 (12,5 %)	4 (33,3 %)	7 (17,5 %)
Gipskrawatte	3 (33,3 %)	-	1 (12,5 %)	1 (6,2 %)	2 (16,7 %)	5 (12,5 %)
(Kopf-) Hals- Brustgipsverband	2 (22,2 %)	1 (9,1 %)	1 (12,5 %)	2 (12,5 %)	2 (16,7 %)	6 (15,0 %)
Einrenkungsversuche (manuell)	2 (22,2 %)	-	-	-	-	2 (5,0 %)
primär <u>nur</u> Bett- ruhe	-	2 (18,2 %)	-	5 (31,2 %)	1 (8,3 %)	8 (20,0 %)
primär auch keine Bettruhe bzw. unsi- cher oder nur über wenige Tage	-	3 (27,3 %)	-	3 (18,7 %)	1 (8,3 %)	6 (15,0 %)
nachfolgende phys.- therap.Maßnahmen	3 (33,3 %)	5 (45,5 %)	2 (25,0 %)	3 (18,7 %)	1 (8,3 %)	9 (22,5 %)
	9 (100 %)	11 (100 %)	8 (100 %)	16 (100 %)	12 (100 %)	40 (100 %)

Die Wirbelsäulenextensionen mittels Glisson-Schlinge wurde von allen therapeutischen Maßnahmen am häufigsten verwandt (ausgenommen Bettruhe und Flachlagerung auf harter Unterlage, Methoden, die nur bei ausschließlicher Anwendung in unserer vorstehenden Aufstellung Aufnahme fanden). Bei Frakturen des Dens axis wurde die Glissonextension mit einer einzigen Ausnahme (Frakturdiagnose hierbei erst Monate nach dem Unfall) stets benutzt. Sie wurde insgesamt bei etwa jedem dritten Patienten eingesetzt, während SCHANZ-scher Watterverband, Gipskrawatte und (Kopf-) Hals-Brustgipsverband etwa je bei jedem sechsten bis achten Patienten Verwendung fanden. Zusammengerechnet kamen diese letzteren drei Fixationsmaßnahmen bei über 40 % der Patienten zum Zuge. Mehr oder minder lang und mehr oder minder effektiv war die Halswirbelsäule bei 26 Patienten (65,0 %) fixiert. Bei den restlichen 14 Patienten (35,0 %) erfolgte keine Fixation, meist darauf zurückzuführen, daß die Diagnose der Frakturen und Luxationen im oberen Halswirbelsäulenbereich erst bei Nachuntersuchungen oder im Unfallkrankenhaus Murnau erfolgte (10 Patienten). In zwei weiteren Fällen, bei denen über keine spezifischen therapeutischen Maßnahmen berichtet wird, war der Diagnosezeitpunkt nicht mehr festzustellen, aber eine (um Monate) verspätete Diagnose anzunehmen. Die Spätdiagnoserate bei den 40 in auswärtigen Krankenhäusern vorbehandelten Patienten

liegt also bei 25 - 30 %. Die Verletzungen wurden in diesen Fällen erst nach Zeiträumen von zwei Monaten bis zu sechs Jahren erkannt. Dies dürfte eine der interessantesten Feststellungen sein, die wir in dieser Arbeit treffen konnten. Bei den beiden verbleibenden ohne Fixation gebliebenen Frakturen handelte es sich um Atlasbogenbrüche, für die bekanntlich andere therapeutische Maßstäbe angelegt werden können (vgl. Allgemeiner Teil). .

Operative Maßnahmen zur Stabilisation der Halswirbelsäule wurden in keinem Falle versucht. Auch über eine Anwendung von Extensionsmethoden mittels CRUTCHFIELD-Zange oder ähnlichem Instrumentarium finden sich keine Hinweise.

Verschiedenste Methoden der physikalischen Therapie (elektrischer Strom, Kurzwellentherapie, Wechselduschen, Birstenbäder, aktive und passive Bewegungsübungen, Massagen), meist mehrere Formen gleichzeitig, wurden vor Einlieferung ins Unfallkrankenhaus Murnau immerhin schon bei neun Patienten (22,5 %) eingesetzt, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß mehrere Patienten schon in einem frühen Therapie stadium dorthin überwiesen wurden (vgl. folgende Kapitel).

X. Dauer der Erstbehandlung

Von den 40 primär auswärts behandelten Patienten wurden 10 (25,0 %) schon in einem sehr frühen Behandlungsstadium ins Unfallkrankenhaus Murnau überwiesen (vier nach einem Tag, drei innerhalb der ersten Woche, weitere drei nach zwei Wochen). Diese zehn Fälle werden schon im Kapitel "Behandlung frischer Verletzungen im UKM" näher abgehandelt, da hier die therapeutische Ausgangslage ziemlich dieselbe war wie bei sofort ins Unfallkrankenhaus Murnau eingelieferten frischen Verletzungen.

Die Dauer der stationären auswärtigen Erstbehandlung zeigt uns die folgende Übersicht auf:

Tabelle 22:

Erstbehandlungsdauer	Patientenzahl
keine stat. Erstbehandlung	3 (7,5 %)
Dauer der stat.Erstbeh. unbek.	3 (7,5 %)
Überweisung im Frühstadium ins UKM	10 (25,0 %)
unter 2 Wochen	3 (7,5 %)
2 - 4 Wochen	7 (17,5 %)
5 - 8 Wochen	4 (10,0 %)
9 - 12 Wochen	4 (10,0 %)
13 - 16 Wochen	1 (2,5 %)
17 - 20 Wochen	1 (2,5 %)
21 - 24 Wochen	3 (7,5 %)
über 24 Wochen	1 (2,5 %)
	40 (100 %)

Wir wollen uns an dieser Stelle nur jener 30 Patienten genauer annehmen, die erst Monate nach dem Unfall zur Übungsbehandlung oder in einigen wenigen Fällen zur ausschließlichen Begutachtung in das Unfallkrankenhaus Murnau eingewiesen wurden.

Die durchschnittliche Dauer der auswärtigen stationären Erstbehandlung betrug hierbei 10,7 Wochen, ohne Berücksichtigung einer Patientin, die infolge zahlreicher Nebenverletzungen 74 Wochen im Krankenhaus liegen mußte. Wir müssen hierbei aber berücksichtigen, daß bei fünf dieser Patienten (ebenso wie bei den drei nur ambulant versorgten) die Diagnose erst verspätet (meist in ambulanten Nachuntersuchungen) gestellt wurde. Von ambulanter Weiterbehandlung wird bei 15 der 27 ursprünglich stationär versorgten Patienten berichtet.

Über das Ergebnis der auswärtigen Behandlung können infolge Fehlens exakterer Verlaufsangaben keine sicheren Aussagen gemacht werden. Immerhin machten in einigen wenigen Fällen lediglich Nebenverletzungen eine Übungsbehandlung im Unfallkrankenhaus Murnau nötig.

Die Zeitdauer zwischen Unfallereignis und Einlieferung ins UKM wird aufgeschlüsselt in Tabelle 23:

Tabelle 23

Zeitintervall	Patientenzahl
bis zu 2 Wochen	10 (25,0 %)
3 - 10 Wochen	1 (2,5 %)
11 - 20 Wochen	4 (10,0 %)
21 - 30 Wochen	6 (15,0 %)
31 - 40 Wochen	5 (12,5 %)
41 - 52 Wochen	3 (7,5 %)
1 - 2 Jahre	3 (7,5 %)
2 - 3 Jahre	6 (15,0 %)
über 3 Jahre	2 (5,0 %)
	40 (100 %)

Als Extremwerte wurden 1 Tag bzw. 30 Jahre gefunden. Der durchschnittliche Zeitraum zwischen Unfallereignis und UKM-Einlieferung betrug unter Weglassung der Extremgruppen (bis 2 Wochen bzw. über 3 Jahre) 56,5 Wochen bzw. 13 Monate. Die Nichtberücksichtigung jener Gruppen bei Errechnung des statistischen Mittels scheint schon deshalb sinnvoll zu sein, weil die verbleibenden Restgruppen (Intervall 3 Wochen bis 3 Jahre) praktisch mit den ins UKM zur Übungsbehandlung eingewiesenen Patienten identisch sind; denn ein Intervall von zwei Wochen und darunter bedeutete stets, daß auch die Primärbehandlung im wesentlichen schon im UKM durchgeführt wurde, ein Intervall von mehr als drei

Jahren dagegen, daß im UKM nur noch eine Begutachtung erfolgte.

XI. Art der Behandlung im Unfallkrankenhaus Murnau (UKM)

Elf Patienten (21,6 %) wurden sofort nach erfolgtem Unfall in das UKM eingewiesen. 10 Patienten (vgl. Kapitel X) kamen in einem sehr frühen Behandlungsstadium hierher. Wir haben in diesem Abschnitt beide Gruppen unter "frische Verletzungen" zusammengefaßt, denen dann die 30 Übungsbehandlungs- und Begutachtungsfälle gegenübergestellt werden.

1. Behandlung frischer Verletzungen

21 Patienten mit frischen Verletzungen wurden im UKM versorgt. Folgende Behandlungsmethoden kamen für die verschiedenen Verletzungen der oberen Halswirbelsäule zur Anwendung: (siehe Tabelle 24).

Auch im Unfallkrankenhaus Murnau spielt die Extension mittels GLISSON-Schlinge unter den Behandlungsmethoden eine führende Rolle. Sie wurde bei fast der Hälfte (9 von 21) der behandelten Patienten angewandt, insbesondere bei Luxationen der beiden oberen Halswirbel und bei Dens axis-Frak-

Tabelle 24

Behandlungsmethoden	Luxationen	Atlas- frakt.	Dens axis-Frakt.	Axis- körper- frakt.	Axisbogen- u. -forts. frakt.	Gesamtzahl der behand. Patienten
Glissonsschlinge	4 (80,0 %)	1 (20,0 %)	4 (66,7 %)	3 (60,0 %)	4 (40,0 %)	9 (42,9 %)
Crutchfieldzange	-	1 (20,0 %)	-	-	-	1 (4,8 %)
SCHANZscher Watteverband	2 (40,0 %)	2 (40,0 %)	2 (33,3 %)	-	2 (20,0 %)	5 (23,8 %)
Gipskrawatte	1 (20,0 %)	1 (20,0 %)	1 (16,7 %)	1 (20,0 %)	2 (20,0 %)	4 (19,1 %)
(Kopf-) Hals- Brustgipsverband	2 (40,0 %)	-	1 (16,7 %)	1 (20,0 %)	2 (20,0 %)	3 (14,3 %)
nur Bettruhe (und Flachlagerung)	-	1 (20,0 %)	-	1 (20,0 %)	3 (30,0 %)	5 (23,8 %)
	5 (100 %)	5 (100 %)	6 (100 %)	5 (100 %)	10 (100 %)	21 (100 %)

turen. Soweit die GLISSON-Schlinge bei Atlasfrakturen und Axisdornfortsatzfrakturen benutzt wurde, waren für ihre Verwendung weitere Verletzungen im Atlas-Axis-Gebiet maßgebend. Dies entspricht den in der Literatur zu findenden Indikationsangaben. Bei zwei Patienten blieb die GLISSON-Schlinge (die dann jeweils neun Wochen anlag) die einzige Stabilisierungsmethode. Es handelte sich in beiden Fällen um Frakturen des Zahnfortsatzes des Axis. Zwei Patienten verstarben wenige Tage nach Applikation der Schlinge. Bei den verbleibenden fünf lag die Zeitdauer der erfolgten GLISSON-Extension zwischen einem Tag und sieben Wochen (1mal 1 Tag, 1mal 1 Woche, 2mal 2 Wochen, 1mal 7 Wochen). Mit einer Ausnahme (Dens axis-Fraktur) handelte es sich in diesen fünf Fällen jeweils um Luxationsfrakturen der oberen Halswirbelsäule. Dreimal wurde die Ruhigstellung mittels SCHANZscher Krawatte (für drei bis fünf Wochen) fortgesetzt, zweimal noch gefolgt Plexiglashalskrause. Dieses temporäre orthopädische Hilfsmittel mußte auch noch einige Monate nach Entlassung aus dem UKM getragen werden. In den beiden anderen Fällen wurde dagegen anschließend ein Kopf-Hals-Brustgipsverband angelegt (für 6 Wochen bzw. unbekannte Zeitdauer).

Nur in einem einzigen Fall fand die CRUTCHFIELD-Klammer Verwendung (bei einer Atlasfraktur mit gleichzeitigem

Bogenbruch des dritten Halswirbels).

Der SCHANZsche Watteverband hatte keine spezifische Verletzungsart, wo er besonders häufig angewandt worden wäre. Neben den oben erwähnten Fällen im Anschluß an die GLISSON-Extension wurde er bei zwei weiteren Patienten primär benutzt, nämlich bei Atlasbogenbrüchen, die bekanntlich keiner so sicheren Fixation bedürfen wie etwa eine Dens axis-Fraktur. Eine Stabilisierung der Halswirbelsäule mittels Gipskrawatte wurde bei vier Patienten mit verschiedenen Frakturformen (und Luxationen) versucht. Mit Ausnahme eines Kranken, der nach einer Woche starb, lag die Gipshalskrause zwischen vier und acht Wochen.

Ein Kopf-Hals-Brustgips- oder Hals-Schulter-Brustgipsverband wurde neben den schon angeführten, vorher mittels GLISSON-Schlinge behandelten beiden Fällen bei verschiedenen Frakturformen des Axis angewandt. Ferner blieb bei einer Dornfortsatz-Serienfraktur (zweiter bis vierter Halswirbel) ein schon auswärts angelegter entsprechender Gipsverband über zwei Wochen liegen.

Bei fünf Patienten erfolgten keine besonderen Fixationsmaßnahmen bezüglich der oberen Halswirbelsäule. Es handelte

sich dabei um drei Dornfortsatzfrakturen, deren knöcherne Ausheilung keiner derartigen Maßnahmen bedarf (L. BÖHLER 1951), ferner um einen Patienten, der schon wenige Stunden nach Einlieferung ins Unfallkrankenhaus Murnau seinen Verletzungen erlag und um einen erst bei ambulanter Nachuntersuchung festgestellten Kantenabbruch am Axiskörper. Das klinische Bild war im letzteren Falle ganz von einer Fraktur eines Brustwirbelkörpers mit totaler Querschnittlähmung ab entsprechender Segmenthöhe bestimmt. Die Spätdiagnosenrate bei der Behandlung frischer Verletzungen im UKM lag also bei nur 4,3 %.

Besondere Lagerungsmethoden wie Flachlagerung auf harter Unterlage wurden häufig angewandt. Drei Querschnittgelähmte lagen auf Quadermatratzen und wurden in regelmäßigen Abständen zur Dekubitusprophylaxe umgelagert (Drehbehandlung).

Operative Maßnahmen zur Stabilisierung der Halswirbelsäule (Fusionsoperationen) oder zur Befreiung des Rückenmarks von knöcherner Kompression (Laminektomien) wurden auch im UKM bei keinem einzigen Patienten durchgeführt.

2. Behandlung länger zurückliegender Verletzungen

(Übungsbehandlung)

Eine spezifische Übungsbehandlung erfolgte bei 42 (82,4 %) der 51 im UKM behandelten Patienten mit Frakturen und Luxationen der beiden obersten Halswirbel. Bei fünf der neun nicht entsprechend behandelten Kranken wurde eine entsprechende Therapie durch Exitus in einem frühen Behandlungsstadium vereitelt. Ein Patient wurde aus Kostengründen schon wenige Wochen nach Verletzungseintritt in eine andere Klinik verlegt. In einem weiteren Falle erübrigte sich die Behandlung einer alten Fraktur im oberen Halswirbelsäulenbereich, die bei einem gelegentlich einer anderen Verletzung eingelieferten Patienten erst im UKM diagnostiziert worden war. Bei zwei Personen war die Tätigkeit des UKM auf Begutachtung beschränkt.

Von den 21 Patienten, die hier im Hause primär durch Redressions- und Fixationsmaßnahmen versorgt wurden, erfolgte bei 15 eine Weiterbehandlung im Sinne der physikalischen Therapie (71,4%). Patienten, die erst vier Wochen oder später nach dem entsprechenden Unfall in das UKM kamen, wurden mit drei Ausnahmen (27 von 30 oder 90,0 %) alle einer Übungsbehandlung unterzogen. Bei vier Personen standen bei

der Weiterbehandlung allerdings Nebenverletzungen im Vordergrund des klinischen Interesses. Physikalische Methoden stellten bei dieser Patientengruppe praktisch die ausschließliche Behandlungsmethode dar. Operative Spätmaßnahmen waren auch in dieser Gruppe in keinem einzigen Falle eingeleitet worden. In den folgenden Aufstellungen werden beide oben angeführten Gruppen zusammengefaßt, da sich zwischen ihnen in der Anwendung der Übungsbehandlung keine spezifischen Unterschiede ergaben. Daß einige Methoden der Weiterbehandlung im Rahmen der physikalischen Therapie schon zu einem relativ frühen Zeitpunkt einsetzten, mag die Unterteilung "Behandlung frischer Verletzungen" und "Behandlung länger zurückliegender Verletzungen" problematisch erscheinen lassen, sei uns aber aus Gründen der Übersichtlichkeit gestattet.

Tabelle 25

Im UKM angewandte Methoden der Übungsbehandlung bei Verletzungen der oberen Halswirbelsäule

Behandlungsmethode	Patientenzahl
	42 (100 %)
1) <u>Licht- und elektrophysik. Therapie</u>	
Blaulichtbestrahlung	3 (7,2 %)
Nemectrodyn-Bestrahlung (m. Nacken)	12 (28,6 %)
Kurzwellenbehandlung	2 (4,8 %)
Interferenzstromtherapie (Nacken)	1 (2,4 %)
Vierzellenbäder	3 (7,2 %)
Stangerbäder	9 (21,4 %)

2) Hydro- und Thermotheapie

Perlbäder (CO ₂ - oder O ₂ -Bäder)	9 (21,4 %)
Wechselbäder	1 (2,4 %)
Wechselgüsse (Rücken)	6 (14,3 %)
Tauchbäder	5 (11,9 %)
Bewegungsbäder	1 (2,4 %)
Tonikumbäder	1 (2,4 %)
Dampfduschen	2 (4,8 %)
Dampfpackungen	1 (2,4 %)
Moorbäder	1 (2,4 %)
Moorpackungen (Rücken, Nacken)	9 (21,4 %)

3) Mediko-mechanische Therapie und

Krankengymnastik

tiefeinwirkende Massagen (primär der Nacken-, Schulter-, Rückenmuskulatur)	11 (26,2 %)
Reflexzonenmassagen	2 (4,8 %)
Bürstenmassagen	1 (2,4 %)
Bindegewebssmassagen (Nacken, Rücken)	18 (42,8 %)
Unterwassermassagen (Nacken, Rücken)	19 (45,2 %)
Atemgymnastik	5 (11,9 %)
aktive und passive Bewegungsübungen (Halswirbelsäule, Arme)	20 (47,6 %)
Streckübungen (HWS)	3 (7,2 %)
Widerstandsübungen	2 (4,8 %)
Schlingenapparat (Schulter-Nacken-Kopfschwebe)	4 (9,5 %)
Allgemeingymnastik	9 (21,4 %)
Mattenturnen	1 (2,4 %)
Gymnastik in der Wirbelgruppe	7 (16,7 %)
Gymnastik in der Armgruppe	4 (9,5 %)
Gymnastik in der Gruppe der Querschnittgelähmten	2 (4,8 %)
Wassergymnastik	4 (9,5 %)

Schwimmen	22 (52,4 %)
leichter Sport	4 (9,5 %)

4) Sonstige Behandlungsmethoden

Beschäftigungstherapie	16 (38,1 %)
chiropraktische Behandlung (HWS)	3 (7,2 %)
Plexiglas-Kopfstützen	7 (16,7 %)
Lokalanaesthesie (Nackebereich)	2 (4,8 %)

Die obige Tabelle zeigt uns die Vielfalt der meist neben-
einander angewandten verschiedenen Methoden der Übungs-
und Weiterbehandlung auf. Im weiten Sektor der Licht- und
elektrophysikalischen Behandlungsverfahren (insgesamt an-
gewandt in irgendeiner Form bei 19 Patienten, 45,2 % do-
minieren die Nemectrodyn-Bestrahlungen sowie die elektro-
medizinischen Bäder. Hydro- und Thermotherapie (bei 23 Pa-
tienten, 54,8 %) wurde im insbesondere in Form von Perl-
bädern, Wechselgüssen sowie der Peloidtherapie (Moorpackun-
gen) betrieben. Mediko-mechanische Therapie und Kranken-
gymnastik erfolgte bei fast allen Patienten in irgendeiner
Form (41 von 42, 97,6 %). Die Massagen (bei 33 Patienten
angewandt, 78,6 %) nehmen hierbei einen großen Raum ein,
wobei Unterwassermassagen, Bindegewebsmassagen und tiefein-
wirkende Trockenmassagen der Muskulatur im Vordergrund
stehen. Gymnastik und Sport wurden in verschiedensten For-
men geübt (bei 40 Patienten, 95,2 %). Die früh einsetzende

Atemgymnastik sowie die aktiven und passiven Bewegungs- und Streckübungen fanden später ihre Fortsetzung in der Gruppengymnastik, im Schwimmen und im Sport.

Sonstige Behandlungsmethoden außerhalb des Rahmens der physikalischen Therapie wurden in der Phase der Übungsbehandlung bei 22 Patienten (52,4 %) auf das Therapieprogramm gesetzt. Hier interessieren besonders die orthopädischen Hilfsmittel in Form von Plexiglas- oder Plastikkopfstützen, die teilweise - zumindest temporär - auch über den Zeitpunkt der Entlassung aus dem Unfallkrankenhaus Murnau hinaus noch getragen werden mußten (bis etwa einem halben Jahr nach dem Unfallereignis), meist im Anschluß an vorher erfolgte GLISSON-Extension und Fixation mittels Gips- oder SCHANZscher Krawatte. Zur Beeinflussung der psychischen Situation der Kranken wurden nicht selten verschiedene Formen der Beschäftigungstherapie verordnet.

Eine Unterteilung der Behandlungsmethoden im Korrelation zu den verschiedenen Verletzungsformen erfolgt in der Tabelle 26.

Tabelle 26

Behandlungsmethoden	Luxationen	Atlasfrakt.	Dens axis-Frakt.	Axiskörper- frakturen	Axisbogen- und -fortsatzfrakt.
1) Blaulichtbestr.	-	1 (8,3 %)	-	-	3 (21,4 %)
Nemectrodynbestr.	3 (27,3 %)	6 (50,0 %)	3 (25,0 %)	-	3 (21,4 %)
Kurzwellenbeh.	-	2 (16,7 %)	-	-	-
Interferenzstromth.	1 (9,8 %)	-	-	-	-
Vierzellenbäder	2 (18,2 %)	-	1 (8,3 %)	-	1 (7,1 %)
Stangerbäder	1 (9,1 %)	2 (16,7 %)	2 (16,7 %)	-	4 (28,6 %)
Perlbäder	1 (9,1 %)	4 (33,3 %)	1 (8,3 %)	2 (18,2 %)	4 (28,6 %)
Wechselbäder	-	1 (8,3 %)	-	-	-
Wechselgüsse	1 (9,1 %)	2 (16,7 %)	1 (8,3 %)	-	3 (21,4 %)
Tauchbäder	1 (9,1 %)	-	1 (8,3 %)	-	3 (21,4 %)
Bewegungsbäder	-	-	1 (8,3 %)	-	-
Tonikumbäder	1 (9,1 %)	-	1 (8,3 %)	-	-
Dampduschen	1 (9,1 %)	-	1 (8,3 %)	1 (9,1 %)	-
Moorbäder	-	-	-	1 (9,1 %)	-
Moorpackungen	1 (9,1 %)	4 (33,3 %)	2 (16,7 %)	1 (9,1 %)	2 (14,3 %)

Tabelle 26 (Fortsetzung)

Behandlungsmethoden	Luxationen	Atlasfrakt.	Dens axis-Frakt.	Axiskörper- frakturen	Axisbogen- und - fortsatzfrakt.
3) Muskelmassagen	3 (27,3 %)	4 (33,3 %)	5 (41,7 %)	3 (27,3 %)	3 (21,4 %)
Reflexzonenmas- sagen	-	-	1 (8,3 %)	1 (9,1 %)	1 (7,1 %)
Bürstenmassagen	-	1 (8,3 %)	-	-	-
Bindegewebsmassagen	5 (45,4 %)	4 (33,3 %)	6 (50,0 %)	2 (18,2 %)	7 (50,0 %)
Unterwassermassagen	3 (27,3 %)	4 (33,3 %)	7 (58,3 %)	4 (36,4 %)	5 (35,7 %)
Atemgymnastik	-	2 (16,7 %)	3 (25,0 %)	-	1 (7,1 %)
Bewegungsübungen	6 (54,5 %)	5 (41,7 %)	7 (58,3 %)	6 (54,3 %)	2 (14,3 %)
Streckübungen	1 (9,1 %)	2 (16,7 %)	1 (8,3 %)	-	-
Widerstandübungen	2 (18,2 %)	1 (8,3 %)	1 (8,3 %)	-	-
Schlingenapparat	2 (18,2 %)	2 (16,7 %)	2 (16,7 %)	-	1 (7,1 %)
Allgemeingymnastik	3 (27,3 %)	5 (41,7 %)	3 (25,0 %)	3 (27,3 %)	1 (7,1 %)
Mattenturnen	1 (9,1 %)	1 (8,3 %)	-	-	-
Wirbelgruppe	-	4 (33,3 %)	1 (8,3 %)	1 (9,1 %)	2 (14,3 %)
Armgruppe	1 (9,1 %)	1 (8,3 %)	1 (8,3 %)	1 (9,1 %)	1 (7,1 %)
Gr.d.Querschnittg.	1 (9,1 %)	1 (8,3 %)	-	1 (9,1 %)	1 (7,1 %)
Wassergymnastik	2 (18,2 %)	1 (8,3 %)	-	-	5 (35,7 %)

Tabelle 26 (Fortsetzung)

Behandlungsmethoden	Luxationen	Atlasfrakt.	Dens axis-Frakt.	Axiskörper- frakturen	Axisbogen- und -fortsatzfrakt.
Schwimmen	8 (72,7 %)	7 (58,3 %)	6 (50,0 %)	3 (27,3 %)	8 (57,1 %)
leichter Sport	-	(16,7 %)	-	-	(14,3 %)
4) Beschäftigungs- therapie	6 (54,5 %)	3 (25,0 %)	5 (41,7 %)	3 (27,3 %)	4 (28,6 %)
chiroprakt. Beh.	-	2 (16,7 %)	1 (8,3 %)	-	-
Plexiglas-Kopf- stützen	3 (27,3 %)	-	3 (25,0 %)	2 (18,2 %)	3 (21,4 %)
Lokalanästhesie	-	1 (8,3 %)	-	1 (9,1 %)	1 (7,1 %)

Die intensivste Übungsbehandlung wurde Atlas- und Dens axis-Frakturen zuteil. Behandlungsmaßnahmen im Sinne der physikalischen Therapie wurden dagegen bei Axiskörperfrakturen bei weitem nicht in diesem Umfang durchgeführt.

Licht- und elektrophysikalische Behandlung wurde in besonderem Maße bei Atlasfrakturen, aber auch bei Bogen- und Fortsatzfrakturen des Axis angewandt. Bezüglich der verschiedenen Methoden der Hydro- und Thermotherapie läßt sich Vergleichbares feststellen. Krankengymnastik und medikamentöse Therapie wurde bei allen Frakturformen und Luxationen betrieben, auf besonders vielfältige Weise aber bei Dens axis- und Atlasfrakturen. Es sei bemerkt, daß alle diese Behandlungsmethoden ärztlich überwacht werden.

XII. Dauer der Behandlung im UKM

Die Behandlungsdauer im Unfallkrankenhaus Murnau schwankte bei den 51 Patienten mit Verletzungen der beiden oberen Halswirbel zwischen einem Tag und 12 Monaten. Die genauen Verhältnisse beschreibt die Tabelle 27.

Tabelle 27

Behandlungsdauer im UKM	Patientenzahl (51) 100 %
unter 2 Wochen	6 (11,8 %)
2 - 4 Wochen	7 (13,7 %)
5 - 8 Wochen	16 (31,4 %)
9 - 12 Wochen	8 (15,7 %)
13 - 16 Wochen	4 (7,8 %)
17 - 20 Wochen	4 (7,8 %)
21 - 24 Wochen	1 (2,0 %)
25 - 28 Wochen	2 (3,9 %)
über 28 Wochen	3 (5,9 %)

Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer betrug 10,6 Wochen oder 74 Tage. Am häufigsten waren Behandlungszeiten von 8 - 9 Wochen. Ohne Berücksichtigung der vor Behandlungsabschluß verstorbenen oder in ein anderes Krankenhaus verlegten Patienten und der Begutachtungsfälle lag das Mittel bei den verbliebenen 42 Patienten bei 12,6 Wochen (88 Tage).

Die durchschnittlichen Behandlungszeiten für die verschiedenen Verletzungsformen lassen sich ablesen aus der Tabelle 28.

Tabelle 28

Verletzungsform	mittl.Beh.- Dauer im UKM	minimale Aufenth.D.	maximale Aufenth.D.
Luxationen	11 Wo.	3 Wo.	20 Wo.
Atlasfrakturen	12 Wo.	4 Wo.	25 Wo.
Dens axis-Fr.	14 Wo.	3 Wo.	30 Wo.
Axiskörperfrakturen	13 Wo.	5 Wo.	51 Wo.
Axisbogen- und -fort- satzfrakturen	14 Wo.	6 Wo.	30 Wo.

In dieser Aufstellung wurden nur jene Patienten berücksichtigt, die bis zum normalen Behandlungsabschluß im UKM blieben. Wir finden bei den einzelnen Verletzungsformen nur wenig voneinander abweichende Durchschnittswerte bei einer großen Streubreite der Aufenthaltsdauer. In einigen Fällen waren sehr lange Behandlungszeiten durch Nebenverletzungen (z.B. komplizierte Oberschenkelfraktur, Fraktur anderer Wirbelkörper mit Querschnittslähmung) bedingt. Insbesondere wurden die durchschnittlichen Behandlungszeiten der Axiskörperfrakturen dadurch negativ beeinflusst.

XIII. Behandlungsergebnisse im UKM

Hinsichtlich des Behandlungserfolgs unterscheiden wir anatomische, funktionelle und subjektive Ergebnisse. Fer-

ner soll untersucht werden, in welchem Ausmaß sich die funktionellen Einschränkungen und subjektiven Beschwerden unter der Behandlung im Unfallkrankenhaus Murnau verändert (in aller Regel bedeutet dies gebessert) haben.

1) Anatomisches Ergebnis:

Das anatomische Ergebnis bezeichnen wir in unserer Aufstellung als gut bei regelrecht wiederhergestellten anatomischen Verhältnissen, als zufriedenstellend bei knöchern stabil durchbauten Frakturen mit leichten Dislokationen bzw. Verformungen, als mäßig bei Normabweichungen mittleren Grades und als schlecht bei Ausheilung unter hochgradigen Achsenabweichungen bzw. bei Ausbleiben einer stabilen Ausheilung. Die anatomischen Ergebnisse sind in der Tabelle 29 zusammengefaßt.

Tabelle 29

anatomisches Ergebnis	Fallzahl	davon schon im Frühstad. im UKM behandelt	davon UKM-Übungsbehandlungsfälle
gut	16 (42,1%)	6 (54,5 %)	10 (37,1 %)
zufriedenst.	12 (31,6%)	3 (27,3 %)	9 (33,3 %)
mäßig	7 (18,4%)	2 (18,2 %)	5 (18,5 %)
schlecht	3 (7,9%)	-	3 (11,1 %)
Gesamtzahl der beurteilten Pa.	38 (100%)	11 (100 %)	27 (100 %)
endgültige Beurteilung n.mögl.	13	10	3

Gute bis zufriedenstellende Ergebnisse dominierten ganz eindeutig (28 von 38 oder 73,3 %). In etwa einem Viertel der Fälle konnte man dagegen mit dem Ausheilungsergebnis nicht besonders zufrieden sein, worunter aber ausgesprochen schlechte Ergebnisse wiederum selten waren. Die anatomischen Ergebnisse bei den primär oder schon ab einem Zeitpunkt kurz nach Verletzungseintritt im UKM Behandelten waren eindeutig besser (Ergebnis "gut" oder "zufriedenstellend" hier 81,8 % gegenüber 70,4 % bei den nur zur Übungsbehandlung Eingewiesenen). Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, daß die zur Weiterbehandlung in das UKM überwiesenen Patienten schon eine negative Selektion der primären Behandlungsergebnisse darstellen dürften. Eine abschließende Beurteilung des anatomischen Behandlungsergebnisses war nur bei 38 von 51 Patienten möglich. Fünf Patienten starben schon in einem frühen Behandlungsstadium. Bei vier Patienten war bei Entlassung aus dem Unfallkrankenhaus Murnau (9 - 17 Wochen nach Unfall) das endgültige anatomische Ergebnis noch nicht absehbar (je zwei Dens axis- und Atlasfrakturen). Resultate möglicher späterer Begutachtungsuntersuchungen lagen hier ebenfalls nicht vor. Weitere vier Patienten schieden wegen Entlassung vor normalem Behandlungsabschluß oder ähnlichen Gründen von der Ergebnisbeurteilung aus.

Untersuchen wir noch die anatomischen Ergebnisse bezüglich ihres Zusammenhangs mit den verschiedenen Verletzungsformen. Einen Überblick gibt hier die nachfolgende Tabelle.

Tabelle 30:

Verletzungsform	beurt..		Anatomisches Ergebnis		
	Fallz.	gut	zufr.st.	mäßig	schlecht
Luxationen	8	1	1	4	2
Atlasfrakturen	9	3	4	1	1
Dens axis-Frakt.	9	2	3	3	1
Axiskörperfrakt.	13	5	4	3	1
Bogen- und Fortsatzfrakt. d.Axis	12	5	2	4	1

Um ein Durchschnittsergebnis für die Luxationen bzw. die jeweiligen Frakturtypen zu bekommen, sei ein gutes Resultat mit 1, ein zufriedenstellendes mit 2, ein mäßiges mit 3 und schließlich ein schlechtes mit 4 bezeichnet. Auf diese Weise kommen wir bei den Luxationen mit 2,9 zum höchsten Durchschnittswert. Verrenkungen zeigen also durchschnittlich die schlechtesten anatomischen Ergebnisse (allerdings handelte es sich hier, wie schon mehrfach erwähnt, mit einer einzigen Ausnahme stets um Luxationen mit verschiedenartigen begleitenden Frakturen). Für Dens axis-Frakturen ergibt sich ein Indexwert von 2,3, während Bogen- und Fortsatzfrakturen des Axis eine Maßzahl von 2,1 und Atlasfrak-

turen 2,0 erreichen, wobei letztere mit den Axiskörperfrakturen gleichziehen. Diese beiden Verletzungsformen haben in unserer Untersuchung die beste anatomische Prognose.

2) Funktionelles Ergebnis:

Das wesentliche Kriterium für die Beurteilung des funktionellen Ergebnisses von Verletzungen der oberen Halswirbelsäule ist die Kopfbeweglichkeit in den verschiedenen Raumebenen (Drehbewegungen, Seitwärtsneigung, Neigung nach vorne und hinten), die sich bekanntlich ganz überwiegend in den beiden Kopfgelenken zwischen Okziput und Atlas bzw. zwischen Atlas und Axis abspielt. Angaben über die Tragfähigkeit dieses Wirbelsäulenabschnitts können, soweit vorhanden, das Bild ergänzen. Als gutes Ergebnis sehen wir eine völlig oder nahezu völlig (z.B. endgradige Einschränkung der Halswirbelsäulen-Beweglichkeit in einer Richtung) wiederhergestellte Beweglichkeit der oberen Halswirbelsäule an. Zufriedenstellend ist eine Bewegungseinschränkung leichten Grades (z.B. endgradige Reduktion in allen Ebenen oder mäßige Einschränkung in einer Richtung), während mittelgradige Bewegungseinschränkungen (durchschnittlich 1/3 bis 1/2 Bewegungsreduktion in allen Richtungen) als mäßig und hochgradige (2/3 Bewegungsreduktion und darüber hinaus) als schlecht bezeichnet werden müssen. Näheres erfahren wir aus der Tabelle 31.

Tabelle 31

funktionelles Ergebnis	Fallzahl	davon schon im Frühstad. im UKM behandelt	davon UKM ¹ Übungsbehand- lungsfälle
gut	5 (11,1%)	3 (20,0 %)	2 (6,7 %)
zufriedenst.	16 (35,6%)	5 (33,3 %)	11 (36,7 %)
mäßig	16 (35,6%)	5 (33,3 %)	11 (36,7 %)
schlecht	8 (17,8%)	2 (13,3 %)	6 (20,0 %)
Gesamtzahl der beurteilten Pa.	45 (100 %)	15 (100 %)	30 (100 %)
endgültige Beur- teilung n.mögl.	6	6	-

Im Gegensatz zu den anatomischen Ergebnissen stehen hier zufriedenstellende bis mäßige Resultate im Vordergrund. Die volle Wiederherstellung der Halswirbelsäulen-Beweglichkeit bleibt die ziemlich seltene Ausnahme. Dagegen sind völlig unbefriedigende Ergebnisse häufiger anzutreffen. Die Ergebnisdifferenz zwischen Erst- oder Frühbehandlung im Unfallkrankenhaus Murnau einerseits und ausschließlicher UKM-Übungs- und Weiterbehandlung ist hier ebenfalls beobachtbar (im Sinne besserer Resultate für UKM-Erstbehandlung). Insbesondere ist die volle Wiederherstellung der Beweglichkeit der oberen Halswirbelsäule bei im UKM Erst- oder Frühbehandelten häufiger, ein schlechtes Ergebnis seltener ge-

sehen worden. Bei den sechs nicht zur Beurteilung heranziehbaren Fällen handelte es sich um die schon oben erwähnten fünf Fröhntodesfälle und einen vorzeitig entlassenen Patienten. Reduzierte Tragfähigkeit der Halswirbelsäule wurde lediglich bei zwei Patienten festgestellt.

Relationen zwischen Verletzungsform und funktionellem Ergebnis ergeben sich in der

Tabelle 32

Verletzungsform	beurt. Fallz.	funktionelles Ergebnis			
		gut	zufr.st.	mäßig	schlecht
Luxationen	12	-	3	4	5
Atlasfrakturen	11	-	5	5	1
Dens axis-Frakt.	12	1	2	6	3
Axiskörperfrakt.	14	2	7	4	1
Bogen- und Fortsatzfr. des Axis	14	1	5	3	4

Gehen wir in der Ermittlung der durchschnittlichen funktionellen Behandlungsergebnisse für die verschiedenen Verletzungsformen wie bei den anatomischen Resultaten vor, so finden wir auch im funktionellen Gesichtswinkel die ungünstigsten Ergebnisse (mit 3,3 als Durchschnittswert) bei den Luxationen. Dens axis-Frakturen folgen mit einem Indexwert von 2,9. Atlasfrakturen und Bogen- und Fortsatzfrakturen des Axis erreichen jeweils Maßzahlen von 2,6. Das beste Re-

sultat konnte mit 2,4 wiederum bei den Axiskörperfrakturen erreicht werden.

Bezüglich der Verlaufsentwicklung des Ausmaßes der Bewegungseinschränkung unter der Behandlung im UKM können wir folgende Angaben machen: Genauere Daten sind hier von 16 Patienten vorhanden, wobei bei vier Kranken keine Besserung auftrat (bzw. Besserung sehr zweifelhaft), bei sechs eine geringgradige bis leichte und schließlich bei weiteren sechs eine wesentliche.

3) Subjektives Ergebnis:

Das subjektive Behandlungsergebnis ist besonders schwer zu quantifizieren, da individuelle Unterschiede im Schmerzerlebnis (etwa durch stärker oder weniger stark ausgeprägte psychische Fixation auf den Schmerz) bei gleicher Symptomatik zu gravierend unterschiedlicher Schilderung der "Schmerzquantität" führen. Wir wollen aber trotzdem eingedenk dieser Problematik eine Wertung versuchen, wobei aus bekannten Gründen wiederum nur 44 der 51 im UKM behandelten Patienten herangezogen werden konnten. Zunächst unterscheiden wir qualitativ passiv induzierte Schmerzen (Druck-, Klopff-, Stauchungs-, passiver Bewegungsschmerz), wobei Stauchungsschmerzen durch axiale Krafteinwirkung (über den Schädel),

Druck- und Klopfschmerzen durch Abtasten bzw. Abklopfen der Dornfortsätze der oberen Halswirbelsäule geprüft werden. Schwach ausgeprägte Symptomatik bedeutet hierbei etwa Klopfschmerz, deutlich ausgeprägte Symptomatik, Beschwerden bei verschiedenen Formen der passiven Krafteinwirkung. Schmerzen bei (aktiven) Bewegungen werden in einer zweiten Gruppe subsumiert. Wieder unterscheiden wir, je nachdem ob die Schmerzen nur bei bestimmten Bewegungen (z.B. Nackenbeugen des Kopfes) und (oder) nurgelegentlich bzw. bei Bewegungen in verschiedenen Bewegungsebenen des Kopfes und (oder) stets auftreten. Schließlich können wir noch bewegungsunabhängige Schmerzen und Mißempfindungen (z.B. im Liegen) abgrenzen. Diese Angaben müssen mit besonderer Vorsicht aufgenommen werden, da sie meist sehr unspezifisch geschildert und häufig als "nur gelegentlich auftretend" angegeben werden. Wir differenzieren wiederum nach gelegentlichen Mißempfindungen und häufig auftretenden stärkeren Schmerzen (siehe Tabelle 33, S. 160).

Wir müssen also feststellen, daß Klopf-, Druck- und (oder) Stauchungsschmerzen bei über zwei Drittel der Patienten reproduzierbar blieben und drei von fünf Patienten bei aktiven Kopfbewegungen zumindest ab einem bestimmten Ausmaß weiterhin Schmerzen empfinden. Besonders gravierend ist

Tabelle 33:

Häufigkeit verschiedener Schmerzempfindungen nach Ver-
letzungen der oberen Halswirbelsäule

Schmerzempfindung	Patientenzahl (44 = 100%)
(völlige Schmerzfreiheit)	5 (11,4 %)
passiv induzierte Schmerzen	30 (68,2 %)
davon schwach ausgeprägte Symptomatik	4 (9,1 %)
davon deutlich ausgeprägte Symptomatik	26 (59,1 %)
(aktive) Bewegungsschmerzen	26 (59,1 %)
davon schwach ausgeprägte Symptomatik	10 (22,7 %)
davon deutlich ausgeprägte Symptomatik	16 (36,4 %)
Schmerzen und Mißempfindungen im Ruhezust.	12 (27,3 %)
davon schwach ausgeprägte Symptomatik	9 (20,5 %)
davon deutlich ausgeprägte Symptomatik	3 (6,8 %)

der Umstand, daß mehr als ein Drittel der Patienten nach Behandlungsabschluß noch deutlich ausgeprägte Schmerzsymptomatik in dieser Körperregion aufzuweisen haben.

Um eine gewisse Vergleichsmöglichkeit mit dem anatomischen und dem funktionellen Ergebnis zu erhalten, wollen wir trotz der oben angeführten Schwierigkeiten auch beim subjektiven Ergebnis eine vergleichbare Unterteilung vornehmen. Als ein gutes Ergebnis bezeichnen wir Zustände völliger Schmerzfreiheit, als zufriedenstellend ausschließlich passiv auszulösende Beschwerden, ferner leichte Bewegungs- oder Ruheschmerzen ohne zusätzliche Symptomatik. Ein

mäßiges Ergebnis liegt beispielsweise bei isolierten deutlichen Bewegungsschmerzen oder ausgeprägtem Ruheschmerz vor, ferner bei gleichzeitigen starken passiv induzierten Schmerzen in Verbindung mit schwach ausgeprägten Bewegungsschmerzen oder umgekehrt. Ein Resultat wird als schlecht bezeichnet, wenn eine stark ausgeprägte Symptomatik in mindestens zwei Schmerzkategorien gleichzeitig vorhanden ist. Unter diesen Gesichtspunkten kommen wir zu den Ergebnissen der

Tabelle 34:

subjektives Ergebnis	Fallzahl	davon schon im Frühstad. im UKM behandelt	davon UKM-Übungsbehandlungsfälle
gut	5 (11,4%)	1 (6,7 %)	4 (13,8 %)
zufriedenst.	15 (34,1%)	10 (66,7 %)	5 (17,2 %)
mäßig	16 (36,3%)	2 (13,3 %)	14 (48,3 %)
schlecht	8 (18,2%)	2 (13,3 %)	6 (20,7 %)
Gesamtzahl der beurteilten P.	44 (100 %)	15 (100 %)	29 (100 %)
endgültige Beurteilung n.mögl.	7	6	1

Völlige subjektive Beschwerdefreiheit konnte also im Schnitt nur bei jedem zehnten Patienten erreicht werden. Zufriedenstellende Resultate waren bei primär im UKM be-

handelten Patienten wesentlich häufiger als bei der Restgruppe. Während bei ersteren gute bis zufriedenstellende Ergebnisse bei fast drei Viertel aller Kranken erzielt wurden, waren es bei letzteren nur ein knappes Drittel. Subjektiv schlechte Ergebnisse wurden etwa bei jedem sechsten Patienten beobachtet. So zeigt also auch hier das Ergebnisbild deutlich bessere Resultate für schon im Frühstadium im UKM Behandelte.

Eine Aufgliederung der subjektiven Ergebnisse auf die einzelnen Verletzungstypen erfolgt in der

Tabelle 35:

Verletzungsform	beurt.		subjektives Ergebnis		
	Fallz.	gut	zufr.st.	mäßig	schlecht
Luxationen	12	-	3	6	3
Atlasfrakturen	12	-	5	6	1
Dens axis-Frakt.	12	-	5	3	4
Axiskörperfrakt.	14	4	2	7	1
Bogen- und Fortsatzfr. des Axis	13	1	6	4	2

Bezeichnen wir, wie bei den entsprechenden Untersuchungen bei den anatomischen und funktionellen Ergebnissen, ein gutes Resultat mit 1, ein zufriedenstellendes mit 2 usw., so ergibt sich für Luxationen (d.h. praktisch Luxations-

frakturen) mit 3,0 der höchste Indexwert (also durchschnittlich schlechteste subjektive Ergebnisse), knapp gefolgt von den Dens axis-Frakturen mit 2,9. Atlasfrakturen nehmen wieder mit 2,7 einen Mittelwert ein, während Bogen- und Fortsatzfrakturen des Axis mit 2,5 und Axiskörperfrakturen mit 2,4 erwartungsgemäß am Ende der Skala rangieren.

Die Angaben über die Entwicklung der subjektiven Symptomatik während des Aufenthalts im Unfallkrankenhaus Murnau lassen folgendes Bild entstehen: Von 19 Patienten, von denen wir genauere Daten besitzen, geben bei Abschluß der Behandlung im UKM fünf ihre Beschwerden als "gleichbleibend", eine gleichgroße Zahl als "nicht wesentlich oder nur leicht gebessert" an, während immerhin neun Patienten von einer "wesentlichen Besserung" sprechen. Insgesamt ist die Verlaufsbeurteilung leicht positiver als bei den funktionellen Resultaten.

4) Korrelationen zwischen anatomischem, funktionellem und subjektivem Ergebnis:

Vergleichen wir anatomische und funktionelle Ergebnisse unter Verwendung der oben benutzten Gruppeneinteilung (gut = 1, zufriedenstellend = 2, mäßig = 3, schlecht = 4), so stimmen die Werte in 16 von 38 Fällen (42,1 %)

überein. Eine Abweichung zwischen beiden Resultaten um einen Grad finden wir bei 10 Patienten (31,6 %). Differenzen von zwei Graden stellen wir bei neun Verletzten (23,7 %) fest, einen Unterschied von drei Graden bei lediglich einem (2,6 %). Meist waren bei Abweichungen die anatomischen Ergebnisse besser als die funktionellen (in 18 Fällen, nur viermal galten umgekehrte Verhältnisse). Angesichts der Unschärfe unseres jeweiligen Unterteilungsmodus dürfen wir diese Zahlen nicht überbewerten, können aber immerhin feststellen, daß eine weitgehende Korrelation zwischen anatomischem und funktionellem Ergebnis bei fast drei Viertel aller Patienten (73,7 %) zu beobachten war, während beim restlichen Viertel (26,3 %) deutliche Differenzen auffielen. Die Tatsache, daß das funktionelle Resultat gar nicht so selten mit dem anatomischen nicht übereinstimmt, wird hier wieder einmal bestätigt.

Ein Vergleich der anatomischen mit den subjektiven Ergebnissen, der trotz der oben angeschnittenen Problematik der Beurteilung der subjektiven Beschwerden versucht wurde, ergibt ein sehr ähnliches Bild. Volle Übereinstimmung fanden wir bei 10 von 37 Patienten (27,0 %), Abweichungen um einen Grad bei 17 (46,0 %), um zwei Grade bei acht (24,3 %) und um drei Grade bei einem Verletzten (2,7 %).

21 Patienten mit besseren anatomischen Verhältnissen standen sechs mit besseren subjektiven Ergebnissen gegenüber. Wiederum treffen auf drei Fälle mit weitgehender Übereinstimmung (73,0 %) ein Fall mit deutlicher Abweichung (27,0 %) zwischen dem anatomischen und dem subjektiven Resultat.

Anders dagegen das Bild beim Vergleich funktioneller und subjektiver Ergebnisse: Gleiche Skalenwerte finden wir hier bei fast jedem zweiten Verletzten (21 von 44 oder 47,8 %). Abweichung um einen Grad stellen wir bei 22 Patienten fest (50,0 %), so daß also weitgehende Übereinstimmung bei 97,8 % aller Patienten vorhanden war. Nur in einem einzigen Fall (2,2 %) fand sich eine deutliche Abweichung (um zwei Grade). Positivere funktionelle Ergebnisse (13) und bessere subjektive Resultate halten sich etwa die Waage.

Unter Einbeziehung der einzelnen Verletzungsformen der oberen Halswirbelsäule ergeben sich beim Vergleich der Durchschnittsergebnisse (Ermittlung vgl. oben) folgende Verhältnisse:

Tabelle 36:

Verletzungsform	durchschn. anat. Erg.	durchschn. funkt.Erg.	durchschn. subj. Erg.
Luxationen	2,9	3,3	3,0
Atlasfrakturen	2,0	2,6	2,7
Dens axis-Frakturen	2,3	2,9	2,9
Axiskörperfrakturen	2,0	2,4	2,4
Bogen- und Fortsatz- frakturen des Axis	2,1	2,6	2,5

Anatomische, funktionelle und subjektive Ergebnisse sind durchgehend am schlechtesten bei Luxationen (fast ausnahmslos Luxationenfrakturen !), gefolgt von Dens axis-Frakturen und stets am besten bei den Axiskörperfrakturen. Die deutlichsten Differenzen zwischen dem anatomischen und dem funktionellen (und auch dem subjektiven) Ergebnis fanden sich bei den Atlas- und den Dens axis-Frakturen. Doch bleibt die Aussagekraft dieser Feststellung beschränkt aufgrund der relativ niedrigen Fallzahlen und der nicht allzu starken Abweichung von der Durchschnittsdifferenz zwischen dem anatomischen und den funktionellen (bzw. dem subjektiven) Resultat.

XIV. Soziale Rehabilitation

33 von 38 berufsgenossenschaftlich versicherten Patienten (vier schieden durch Tod und einer durch Ablehnung der weiteren Kostenübernahme durch die betreffende Berufsgenossenschaft aus) wurden bezüglich der Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) begutachtet. Es wurden hierbei die in Tabelle 37 aufgeführten Werte festgestellt:

MdE in %	Gesamt-MdE	MdE auf chir. Fachgebiet	chir. bed. MdE (ohne Fälle mit wes. Nebenv.-K.)
0	3 (9,1 %)	4 (12,1 %)	4 (16,6 %)
10	-	1 (3,0 %)	1 (4,2 %)
20	8 (24,2 %)	10 (30,3 %)	9 (37,5 %)
25	1 (3,0 %)	-	-
30	6 (18,2 %)	10 (30,3 %)	9 (37,5 %)
40	3 (9,1 %)	4 (12,1 %)	1 (4,2 %)
50	3 (9,1 %)	2 (6,1 %)	-
60	3 (9,1 %)	-	-
70	1 (3,0 %)	-	-
80	2 (6,1 %)	-	-
90	1 (3,0 %)	-	-
100	2 (6,1 %)	2 (6,1 %)	-
	33 (100 %)	33 (100 %)	24 (100 %)

Für die Gesamt-Minderung der Erwerbsfähigkeit ergibt sich bei den 33 Verletzten ein Durchschnittswert von 40,5 %. Unter Weglassung nicht chirurgischerseits bedingter Komponenten (meist der neurologischen, in wenigen Fällen auch der internistischen) kommen wir auf eine durchschnittliche MdE auf chirurgischem Fachgebiet von 26,4 %. In neun Fällen waren hierbei andere Frakturen (insbesondere der übrigen Wirbelsäule und der Extremitäten) wesentlich am Ausmaß der chirurgisch bedingten MdE beteiligt. Berücksichtigen wir nur jene 24 Fälle, wo solche Nebenverletzungen keinen ins Gewicht fallenden Einfluß auf die chirurgische Begutachtung hatten, so erreichen wir einen Durchschnittswert der chirurgischen MdE von 20,8 %. Nur jeder sechste Patient jener Gruppe hatte eine Erwerbsminderung unter 10 % aufzuweisen und blieb damit ohne Rentenanspruch. Das Ausmaß der Erwerbsminderung durch Verletzungen im Bereich der oberen Halswirbelsäule lag chirurgischerseits fast stets (in je neun Fällen) bei 20 oder 30 %.

Eine Aufschlüsselung der Werte der MdE auf die einzelnen Verletzungstypen ergibt naheliegenderweise ein ähnliches Bild wie die anatomischen, funktionellen und subjektiven Ergebnisse des vorhergehenden Kapitels: Dens axis-Frakturen (MdE durchschnittlich 28,3 %) und Luxationen (MdE 28,0 %)

stehen wieder an der Spitze, gefolgt mit deutlichem Abstand von Atlasfrakturen (MdE 21,7 %) sowie Bogen- und Fortsatzfrakturen des Axis (MdE 21,4 %). Die niedrigste MdE-Rate finden wir erwartungsgemäß bei den Axiskörperfrakturen (MdE 17,5 %).

Die Prozentwerte der Ersten Dauerrente (in 22 der 33 Fälle bekannt) weichen nur in fünf Fällen von den Zahlen der Gesamt-MdE ab. Sie liegen je einmal 5 % bzw. 20 % und dreimal 10 % unter dem Satz der Minderung der Erwerbsfähigkeit. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Dauerrente von 37,5 %.

Spätere Änderungen erfolgten in ebenfalls fünf Fällen (einmal Kürzung um 5 %, viermal Kürzung um 10 %), woraus sich ein geminderter durchschnittlicher Rentensatz von 35,5 % errechnet.

Ein Wechsel des Arbeitsplatzes erfolgte bei fünf Personen und wurde bei zwei weiteren empfohlen, während vier ihre Arbeit ganz aufgeben mußten.

Umschulungsmaßnahmen sind uns nur in einem einzigen Falle bekannt geworden.

Tabelle 38

Fall-Nr.	Name	Unfalltag	Verletzungen	Stat. Erst- beh. Art u. Dauer	Wesentl. Beh. Meth. UKM- im UKM	Dauer Beh.	Ergebnis (g=gut, z=zufriedenst. m=mäßig, s=schlecht) anat. funkt. subj.
1 1190	F.S. 60jähr. Landwirt	26.4.1954 Sturz auf Bo- den bei Feld- arbeit	Axis-Dorn- fortsatzfr.	Brust- Schulter- Halsgips 2 Wo.	Bewegungs- übungen Massagen Sport	6 Wo.	m z z
2 2029	J.E. 40jähr. Automechan.	7.9.1954 Sturz vom Motorrad	Atlasbogen- bruch	Betrtruhe Flach- lagerung 3 Wo.	Bewegungs- übungen Massagen Gymnastik Stanger- bäder	7 Wo.	g m s
3 2484	A.B. 59jähr. Rentner	2.7.1955 Sturz vom Heustadel	Dornfort- satzfr. am 2. u. 3. HW, Lux. d. 5. HW n.v.	-	Betrtruhe	1 Wo.	(Tod an Pneumonie)
4 3291	R.E. 51jähr. Landwirtin	13.2.1956 Sturz vom Strohstock	Atlasbogen- bruch, Axis- körperbruch, Fr. d. 4. u. 5. BW	Glisson- Extension Flach- lagerung 2 Wo.	Halsgips Massagen HWS-Bewe- gungsüb. Gymnastik Perlbäder	11 Wo.	g m m
5 3291	G.K. 21jähr. Bergmann	6.11.1956 unter Tage 20 m abgest.	Atlasbogen- bruch, Ober- schenkelfr. Speichenfr.	Schanz- Krawatte HWS-Bewe- gungsüb. Massagen Stangerb.		25 Wo.	g m z

Tabelle 38 (Fortsetzung)

Fall-Nr.	Name	Unfalltag	Verletzungen	Stat., Erst- beh., Art u. Dauer	Wesentl. Beh., Meth. UKM- im UKM	Dauer Beh.	Ergebnis (g=gut, z=zufriedenst., m=mäßig, s=schlecht) anat. funkt. subj.
4903	H.W. 37jähr. Autome- chaniker	6.5.1957 mit Motor- rad auf Anhänger angefahr.	Atlasbogen- bruch	Ruhigstel- lung, Mas- sagen 9 Wo.	HWS-Beweg. Üb., Massag. Gymnastik KNEIPPpsche Güsse	9 Wo. - - -	z m -
4949	W.A. 24jähr. Maler	21.11.55 Sturz von Staffelei	Atlasbogen- bruch	kurzzeit- liche Bett- ruhe (nur ambulant)	Streckbeh. Unterwasser- massagen Gymnastik	4 Wo. -	z z z
5095	E.H. 25jähr. Konto- ristin	24.2.57	Dens axis- Frakt., Ober- schenkelfr. Kahnbeinfr. am re. Fuß	Glisson- schlinge, Hals-Brust- gipsverb. Übungsbeh. 25 Wo.	Perlbäder- Massagen Schwimmen	8 Wo. -	z m s
5375	G.B. 58jähr. Gruppen- führer	9.11.56 mit Moped auf PKW aufgef.	Atlasber- stungsbruch Axis-Dornf. Fr., Spei- chenbruch Kahnbeinfr. re. Hand	Glisson- schlinge 6 Wo.	Nemectrodyn Massagen Perlbäder Gymnastik	14 Wo. -	s s m
5397	P.C. 33jähr. Maler	15.5.57 Sturz von einer Lei- ter	Axiskörperbr. Fr.d.6.BW, Dornfortsatz- fr.7.HW, Kontu- sion des RM	Glissonsschl. Flachlage- rung, Übungs- beh. 9 Wo.	HWS-Beweg.Üb. Dampfdu- schen, Mas- sagen Gymnastik	6 Wo. -	z z z

Tabelle 38 (Fortsetzung)

Fall-Nr. HB-Nr.	Name Alter b. Unfl. Beruf	Unfalltag Unfallhergang	Verletzungen Wesentliche Nebenverl.	Stat., Erst- beh., Art u. Dauer	Wesentl. Beh., Meth. im UKM	Dauer UKM- Beh.	Ergebnis (g=gut, z=zufriedenst. m=mäßig, s=schlecht) anat. funkt. subj.
11 5544	W.M. 37jähr. Schlosser	17.12.57 von Holz- balken am Hinterkopf getroffen	Axisbogen- fissur	Halsgips- krawatte 1 Wo.	Massagen Wechsel- duschen Gymnastik Schwimmen Stangorb.	9 Wo.	g g g
12 5560	H.G. 51jähr. Lagerist	22.7.57 Sturz vom Moped	Axiskörper- frakt., Schä- deldachfr. Hirnschäd. Nervenschäd. Nervenschäd. Nervenschäd.	Bettruhe Bewegungs- üb. 16 Wo.	Massagen Strecküb. Nemectro- dyn, Wech- selduschen Perlbäder Vierzellen- bäder	18 Wo.	z z m
13 6524	O.S. 46jähr. Holz- fäller	15.11.56 Windehaken- hebel auf Nacken ge- schlagen	Atlas-Gelenk- fortsatzfrak- tur, Bogen- fissur 4. HW	Bettruhe 5 Wo.	Massagen Nemectro- dyn	8 Wo.	g z m
14 7126	F.B. 66jähr. Landwirt	4.11.59 Fall auf Hinterkopf bei land- wirtsch. Arbeit	Atlasber- stungsbruch Schädeldach- Frakt., Fr. des 5. LW	-	Glisson- schlinge Kopf-Hals- Gipsverb. Massagen Gymnastik Nemectro- dyn	17 Wo.	- m s
15 7217	F.R. 58jähr. Maurer	30.11.59 Einklemmung zw. Bahnsteig u. Waggon	Atlasber- stungsfr. Schädelfr. Fr. 5. LW	-	(Notopera- tion)	1 Tag	Tod unter Trepana- tionsoperation

Tabelle 38 (Fortsetzung)

Fall-Nr.	Name	Unfalltag	Verletzungen	Stat., Erst-	Wesentl.	Dauer	Ergebnis
HB-Nr.	Alter	b. Unf.	Unfallhergang	beh. Art u.	Beh. Meth.	UKM- Beh.	(g=gut, z=zufriedenst., m=mäßig, s=schlecht) anat. funkt. subj.
	Beruf		Wesentliche Nebenverl.	Dauer	im UKM		
16 8549	J. I. 20jähr. Stein- metz	20.7.1959 Sturz vom Baugerüst	Dens axis-Fr. Glisson- mit Atlaslux. Extension nach hinten Gips Hals- krause	3 Wo.	HWS-Bewe- gungsübungen Wo. Massagen Gymnastik Moorpackungen	6	s s m
17 8716	H. P. 23jähr. Renn- fahrer	21.5.1961 mit Motor- rad gest.	Atlasbogenbr. Schanz- Dens axis-Fr. sche Kr. Fr. des 8. BW 3 Tage mit tot. Qu. L.	3 Tage	Schanzsche Krawatte, Wo. Flachlagerung Bewegungsüb. Gymnastik	25	z z z
18 9044	J. H. 25jähr. Verkaufs- fahrer	25.8.61 Mit Auto über Bö- schung hi- nabgefahr.	Dens axis-Fr. Glisson- mit Atlaslux. Extension nach vorne 4 Wo.	4 Wo.	Mattekrawat- 20 te, Bewegungs-Wo üb., Massagen Schwimmen	-	m z
19 9065	G. G. 49jähr. Hilfsar- beiter	26.5.61 Schlag auf Kopf durch Baggergr.	Fr. im Ber. d. Glisson- M. lat. atlan-Extension tis, Nerven- Kopf-Hals- wurzelstörun- Brustgips gen 17 Wo.	17 Wo.	Bewegungsüb. 7 Unterwasser-Wo. massagen Schlingenapp. Nemectodyn Gymnastik	7	z m m
20 9174	Dr. O. B. 65jähr. Vorst.- Mitglied	12.3.1961 Sturz vom Pferd	Atlasbogen- bruch	Betrühe Massagen (nur ambu- lant) einige Tage Schwimmen	Massagen Perlbäder Nemectrodyn Moorpackungen Schwimmen	16	z z z

Tabelle 38 (Fortsetzung)

Fall-Nr.	Name	Unfalltag	Verletzungen	Stat.Erst- beh.Art u. Dauer	Wesentl. Beh.Meth. im UKM	Dauer UKM- Beh.	Ergebnis (g=gut, z=zufriedenst. m=mäßig, s=schlecht) anato. funkt. subj.
HB-Nr.	Alter b.Unf. Beruf	Unfallhergang	Wesentliche Nebenverl.				
21 9678	A.P. 27jähr. Stellag. Bauer	30.6.61 Eisenplat- te auf K. gefallen	Axiskörper- fraktur	Bettruhe 10 Wo.	(im wesentl. 2 nur Begut- achtung)	g z g	
22 10670	L.W. 28jähr. Fernmel- deassis- tentin	2.6.63 bei Berg- tour von Stein ge- troffen	Axiskörper- Kantenabbruch lux.Fr. des 5. BW mit to- taler Qu.Lä.	Bettruhe 1 Wo.	(Axiskörper- fraktur-Dia- gnose erst nach UKM-Ber- handlungsab- schluß gest.)	z g g	
23 10832	K.K. 61jähr. Hilfsar- beiter	6.8.1963 Sturz vom Fahrrad	Axiskörper- bruch, Fr.d. 6.HW mit to- taler Qu.Lä.	-	Glisson- Extension 3 Tage Flachlagerung	(Tod an Pneumonie)	
24 11177	J.P. 51jähr. Hilfsar- beiter	12.6.1961 mit Moped auf PKW aufgef.	Axiskörper- fraktur Unterschenkel- halsbr.li.	Bettruhe 21 Wo.	(im wesentl. 5 nur Behandlung der Nebenver.Wo. letzungen) und Begutachtung	g g g	
25 11194	A.B. 63jähr. Rentner	3.1.1964 mit PKW mehrfach überschl.	Dens axis-Fr.	-	Flachlagerung 6 Gips-Halskraw.Wo. Schlingenapp. Massagen Moorpackungen	- m z	
26 11846	P.B. 53jähr. Hilfsar- beiter	13.11.1963 mit schleu- derndem PKW g.Hindernis gefahren	Axibogenfr. mit einseit. Atlaslux. Nervenzusam- störungen	Glisson- schlinge Schanz- sche W. 4 Wo.	Massagen Moorpackungen 11 Moorpackungen Schwimmen	m s s	

Tabelle 38 (Fortsetzung)

Fall-Nr.	Name	Unfalltag	Verletzungen	Stat., Erst-	Wesentl.	Dauer	Ergebnis
HB-Nr.	Alter	b. Unf.	Unfallhergang	beh. Art u.	Beh. Meth.	UKM- Beh.	(g=gut, z=zufriedenst. m=mäßig, s=schlecht) anat. funkt. subj.
	Beruf		Nebenverl.	Dauer	im UKM		
27	O.Z.	5.6.1964	Axiabogenfr.	Glisson-	Massagen	10	
12199	53jähr.	mit Auto	HWS-Distors.	schlinge	Perlbäder	Wo.	g m z
	Hilfsar-	über B8-	Nervenzurzel-	5 Wo.	Stangerbäder		
	beiter	schung gef.	störungen				
28	H.L.	23.7.1963	Axiabogenbr.	Glisson-	Bewegungsüb.	11	
12258	32jähr.	Sturz von	mit Axislux.	schlinge	Massagen	Wo.	m s s
	Dach-	einer Leiter	nach vorne	Hals-Br.-	Stangerbäder		
	decker		RM-Kontusion	Gipsverb.	Schwimmen		
				Massagen			
				13 Wo.			
29	G.S.	6.4.1963	Axiskörperbr.	Bettruhe	Bewegungsüb.	8	
12670	45jähr.	mit Auto g.	Fr.d.5.LW u.	74 Wo.	Massagen	Wo.	- z m
	Geschäfts-	Hindernis ge-	d. Querforts.		Moorbäder		
	frau	prallt	d.3.u.4.LW		Schwimmen		
			Ober- u. Unter-		(Nebenverl.		
			armfr.li.bds.		bei Beh.im		
			Oberschenkelfr.		Vordergrund)		
			Beckenringbr.				
30	E.N.	16.10.55	Axis-Dornfort-		Schwimmen	36	
12831	45jähr.	Autounfall	satzfr. Obersch.		(Nebenverl.	Wo.	g g z
	Lager-		fr. re.		bei Beh.im		
	verw.				Vordergrund)		
31	R.M.	29.5.64	Axiskörperfr.	Glisson-	Massagen	8	
13332	24jähr.	mit PKW	mit Abbruch d.	schlinge	Schwimmen	Wo.	m z m
	Mechani-	überschl.	Dens axis u.	17 Wo.	Stangerbäder		
	ker		partieller		Bewegungsüb.		
			Querschn. Lä.		Gymnastik		

Tabelle 38 (Fortsetzung)

Fall-Nr.	Name	Unfalltag	Verletzungen	Stat. Erst- beh. Art u. Dauer	Wesentl. Beh. Meth. im UKM	Dauer UKM Beh.	Ergebnis (g=gut, z=zufriedenst. m=mäßig, s=schlecht anat. funkt. subj.)
32 13428	W.K. 20jähr. Graveur	23.6.1966 mit Motor- rad gegen Pkw geprallt	Dens axis-Fr. Schanzsche mit Axisbogen-Wattekravat- und Vorderkan- tenabbruch 1 Tag	Glisson- Extension Wo. Massagen Stützman- schette	m	m	z
33 13508	G.H. 18jähr. Bankan- gestellte	19.6.1966 mit Pkw g. Hindernis geschleud.	Dens axis-Fr. - Fr. des 4. BW	Glisson- Extension Wo. Flachlagerung Stützkorsett Gymnastik	g	g	z
34 13973	J.R. 53jähr. Fabri- kantin	27.11.1966 Sturz vom Pferd	Dens axis-Fr. -	Glisson-Ext. Schanzsche 4 W. Massagen Wo. Gymnastik Moorpackungen Nemectrodyn	g	s	s
35 14115	Dr. F.S. 34jähr. Arzt	6.1.1967 mit Pkw mehrfach überschl.	Axisbogenbr. Schanz- mit Axislux. Fr. 11. + 12. 3 Tage BW, Sitz- u. Schambeinefr.	Gips-Hals-Kr. 7 Plastik-Hals-Wo. krause, Mas- sagen, Schwim- men, Gymnastik	-	s	z
36 14346	B.S. 24jähr. Hilfsar- beiter	5.4.1967 Sturz über Treppe hi- nab	Atlasbogenbr. Glisson- Bogenbr. 3. HW mit totaler Querschn. L.	Crutchfield- 1 zange Wo.	Tod an zentraler Atemlähmung		
37 14734	P.B. 62jähr. Zimmerer	14.10.1966 Sturz vom Baugerüst	Axiskörperfr. Bettruhe 3 Wo.	Bewegungsüb. 7 Massagen Perlbäder Gymnastik	g	m	m

Tabelle 38. (Fortsetzung)

Fall-Nr.	Name	Unfalltag	Verletzungen	Stat. Erst- beh. Art u. Dauer	Wesentl. Beh. Meth. im UKM	Dauer UKM- Beh.	Ergebnis (g=gut, z=zufriedenst. m=mäßig, s=schlecht) anat. funkt. subj.
HB-Nr.	Alter	b. Umf. Beruf	Unfallhergang				
38 14756	A.E. 56jähr. Land- wirtin	9.8.1967 Sturz vom Heuwagen	Axis-Dornfort- satzfr., Fr. des 5. BW mit tot. Qu.Lä.	Bettruhe 2 Tage	Bewegungstüb. 2 Quaderbett Drehbeh.	Wo.	Tod an Lungenembolie
39 14782	Dr.B.W. 64jähr. Kaufmann	11.3.65 von anderem PKW seittl. gerammt	Gelenkfort- satzfr.am Axis, HWS- Schleudertr. bulant)	Bettruhe (nur kurz- zeitig am- Nemectrodyn Schwimmen Gymnastik	Massagen, 2 Stangerbäder Wo.	g m m	
40 14865	M.W. 62jähr. Maurer	24.2.1967 Sturz vom Baugerüst auf Kopf	Axiskörper- bruch mit Axislux.n. vorne, Dorn- forts.Fr.3.HW, part.Qu.Lä.	Gipskra- watte 8 Wo.	Bewegungstüb. 9 Massagen Wo.	m z m	
41 15093	E.W. 28jähr. Hausfrau	23.12.67 aus PKW auf Straße ge- schleudert	Axisbogenfr. Axiskörper- Hinterkanten- abbr.m.Axislux. n.vorne, Sitz- u.Schamb.Fr.	Schanz- sche Kr. 1 Tag Schulter- Hals-Gips	Glisson- 1 schlinge Wo.	- - -	
42 15504	R.S. 53jähr. Hilfsar- beiter	17.12.67 Sturz von einem Wagen	Dens axis-Fr. mit partieller Querschn.Lä. gerung 21 Wo.	Glisson- schlinge Stangerbäder	Bewegungstüb. 18 Massagen Wo.	z z s	
43 16112	A.K. 20jähr. Maurer	5.7.1968 Sturz vom Moped	Axisbogenfr. m.part.Qu. lä., kontus. Hirnschädig. 11 Wo.	Glisson- schl. Hals- gipsverb. Gymnastik	Massagen, Perl 6 bäd., Vierzell. bäd. Schwimmen Wo.	z z m	

Tabelle 38 (Fortsetzung)

Fall-Nr.	Name	Unfalltag	Verletzungen	Stat., Erst- beh. Art u. Dauer	Wesentl. Beh. Meth. im UKM	Dauer UKM- Beh.	Ergebnis (g=gut, z=zufriedenst. m=mäßig, s=schlecht) anat. funkt. subj.
HB-Nr.	Alter	b. Unf.	Unfallhergang	Wesentliche Nebenverl.			
Beruf							
44 16274	A.R. 60jähr. Hausfrau	6.2.1969 Sturz vom Strohstock	Axis-Dorn- fortsatzfr.	-	Massagen Stangelbäder Perlbäder Nemectrodyn Gymnastik	11 Wo.	g z z
45 16769	R.W. 16jähr. Schlosser- lehrling	30.6.1939 bei Strom- unfall zu Boden ge- schleudert	Axiskörper- fraktur mit Axisluxation	Bettruhe 3 Wo.	(nur Begut- achtung	4 Tage	s s s
46 17032	C.D. 38jähr. Kraft- fahrer	2.5.1967 von anderem LKW von hi. gerammt	Axiskörperfr. Fr. des 7. HW Nasenbeinfr.	Schanz- sche Kr. Brust- Hals-Kopf- gipsverb. 3 Wo.	Plexiglas- Halsschiene Bewegungsb. Massagen Moorpackungen Schwimmen Nemectrodyn Gymnastik	5 Wo.	g m m
47 17134	R.S. 19jähr. Bauhel- fer	28.10.68 mit Klein- bus gegen Betonmast gefahren	Dens axis-Fr. Atlasberstungs- bruch mit At- lasluxation	Schanz- scher W. HWS-Str. 3 Tage	Bewegungsb. Schwimmen Gymnastik	3 Wo.	z z z
48 17493	U.F. 20jähr. Student	10.2.1970 mit PKW ge- gen Stahl- mast ge- fahren	Axisbogenbr. (doppelseit.) mit Axislux. nach vorne Schädel-Hirn- Trauma mit zentralen Lä.	-	Stryker- schlinge Schanzsche Krawatte Plexiglas- Kopfstütze	14 Wo.	z g g

Tabelle 38 (Fortsetzung)

Fall-Nr.	Name	Unfalltag	Verletzungen	Stat. Erst. beh. Art u. Dauer	Wesentl. Beh. Meth. im UKM	Dauer UKM-Beh.	Ergebnis (g=gut, z=zufriedenst. m=mäßig, s=schlecht) anat. funkt. subj.
HB-Nr.	Alter b. Beruf	Unfallhergang	Wesentliche Nebenverl.				
49	Dr. A. M. 35jähr. Arzt	29. 10. 1969 von and. Pkw seitl. gerammt	Atlasluxation HWS-Schleudertrauma	Schanzsche Kr. Plastik-Halskr. Einrenk. Hals-Brust-Gipsverb. Massagen	Schanzsche Krawatte Plastik-Halskrawatte Vierzellenb. Bewegungsub. Schwimmen	8 Wo.	g m m
50	H. R. 42jähr. Rangier-1-eiter	10. 5. 1960 Rangierunfall	Axiskörperbr. Bettruhe Schädelfrakt. Unterschenkelfraktur. Verletzung Extraartikulation li. A.	3 Wo.	Massagen Gymnastik (Beh. der Nebenverl. im Vordergr.)	9 Wo.	z z g
51	A. H. 45jähr. Maschinist	6. 11. 1970 vom Balken am Hinterrumpf getroffen, Sturz vom Gerüst	Atlasbogenbr. mit Atlaslux. Dornfortsatzfraktur des Axis, part. Querschn. L4.	28 Wo.	Stryker-schlinge Quaderbett Drehbeh. Schanzsche Krawatte Gymnastik	15 Wo.	- z m

D. Z u s a m m e n f a s s u n g

In der vorliegenden Schrift werden zunächst im literarischen Teil die morphologischen, entwicklungsgeschichtlichen und funktionellen Besonderheiten der Okzipito-Zervikalgegend geschildert. Die differentialdiagnostisch interessanten nichttraumatischen pathologischen Veränderungen kommen ebenfalls zur Sprache. In den folgenden Abschnitten wird versucht, den derzeitigen Stand des Schrifttums über Verletzungsformen, Häufigkeitsverteilung, Entstehungsmechanismen, klinische Symptomatik, Diagnostik, Therapie und Behandlungsergebnisse der Frakturen und Luxationen von Atlas und Axis aufzuzeigen.

Im speziellen Teil werden die Ergebnisse aus dem Unfallkrankenhaus Murnau dargestellt. Die statistische Untersuchung stützt sich auf die Krankengeschichten von 51 Patienten, die hier zwischen 1954 und 1970 mit Frakturen und Luxationen der beiden obersten Halswirbel zur Aufnahme kamen.

Nach kurzen Vorbemerkungen zur besonderen Zusammensetzung des Krankenguts eines berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses wird auf die Verletzungsformen eingegangen.

Die 51 Patienten erlitten insgesamt 72 Verletzungen an Atlas und Axis. 59 Frakturen stehen 13 Luxationen (davon 12 Luxationsfrakturen und eine reine Luxation) gegenüber. Der erste Halswirbel war in 29 % und der zweite in 71 % der Fälle betroffen. Im einzelnen fanden sich 7 Atlasluxationen, 6 Axisluxationen, 3 JEFFERSON-Frakturen, 9 Atlasbogenbrüche, 2 Frakturen der Massae lat. atlantis, 12 Dens axis-Frakturen, 16 Axiskörperfrakturen, 9 Axisbogenbrüche, ein Axis-Gelenkfortsatzbruch und 7 Axis-Dornfortsatzfrakturen.

In der Altersverteilung ergab sich ein Durchschnittsalter von 37,5 Jahren. Die Geschlechtsverteilung erbrachte ein ganz eindeutiges Überwiegen des männlichen Geschlechts (82,4 %).

Die besondere Gefährdung der Industrie- und Handwerksberufe, insbesondere des Bausektors, zeigt die Berufsgliederung auf. 38 von 51 Patienten waren berufsgenossenschaftlich versichert. Sie erlitten 14 Wegeunfälle gegenüber 24 Arbeitsunfällen.

Unter den Unfallarten dominieren die Verkehrsunfälle (fast 53 %) ganz eindeutig und unter ihnen wiederum die Autoun-

fälle. Ferner wurden 20 Unfälle am Arbeitsplatz (39,2 %) gesehen, wobei Stürze aus mehr oder minder großer Höhe vorherrschten. Im Laufe der letzten Jahre hat sich das Schwergewicht deutlich zugunsten der Verkehrsunfälle verschoben.

Am häufigsten traten Nebenverletzungen am Kopf und an den übrigen Wirbelsäulenabschnitten auf. Eine Commotio cerebri wurde bei 39,2 % der Patienten gleichzeitig diagnostiziert. Andere Wirbel wurden bei 43,1 % gleichzeitig im Mitleiden schaft gezogen, bei 35,3 % in Form von Wirbelfrakturen. Bei 12 Patienten waren Rückenmarksverletzungen im Sinne partieller (7) oder totaler (5) Querschnittläsionen zu sehen. Die totalen Querschnittlähmungen wurden jedoch stets durch Frakturen und Luxationen unterhalb von Atlas und Axis hervorgerufen. Die neurologische Komplikationsrate im Sinne partieller Querschnittlähmungen durch Verletzungen der beiden oberen Halswirbel lag bei 15,7 %.

Bei der Erstbehandlung in auswärtigen Kliniken (40 Patienten) wurden in 65 % der Fälle mehr oder minder effektive Fixationsmaßnahmen angewandt. Die Glissonschnlinge wurde am häufigsten eingesetzt (32,5 %). Die Diagnose der Wirbelerletzung wurde in 25 - 30 % der Fälle erst nach einem

Zeitraum von mehreren Monaten bis Jahren gestellt (meist der Grund für ausgebliebene Ruhigstellungsmaßnahmen). Operative Behandlungsmethoden wurden in keinem Falle angewandt.

Die durchschnittliche Dauer der Erstbehandlung lag hier bei 10,7 Wochen. Zehn Patienten wurden schon im Frühstadium (bis zu zwei Wochen nach Verletzungseintritt) ins Unfallkrankenhaus Murnau überwiesen, die übrigen nach durchschnittlich 13 Monaten.

21 frische Verletzungen erhielten eine Behandlung im Unfallkrankenhaus Murnau. Auch hier spielte die Extension mittels Glissonschnelle (bei 42,9 % angewandt, Dauer zwischen einem Tag und 9 Wochen) unter den Behandlungsmethoden eine führende Rolle. Zur Immobilisation der Halswirbelsäule wurden abwechselnd und je nach Schwere der Verletzung SCHANZsche Watteverbände, Gipshalskrausen und Kopf-Hals-Brustgipsverbände benutzt. Operative Maßnahmen zur Stabilisierung der Halswirbelsäule oder zur Dekompression des Halsmarks wurden auch im Unfallkrankenhaus Murnau bei keinem Patienten durchgeführt. Länger zurückliegende Verletzungen wurden einer Übungsbehandlung unterzogen. Es wurden Maßnahmen der Licht- und elektrophysikalischen

Therapie (bei 45,2 % der Patienten), der Hydro- und Thermo-
therapie (bei 54,8 %) sowie (in besonderem Maße) der mediko-
mechanischen Therapie und Krankengymnastik (bei 97,6 %) angewandt.

Die Behandlungsdauer im Unfallkrankenhaus Murnau betrug durchschnittlich 10,6 Wochen.

Die anatomischen Ergebnisse waren in drei Viertel der Fälle als gut oder zufriedenstellend zu bezeichnen, wobei bei den Axiskörperfrakturen und Atlasfrakturen deutlich bessere Ergebnisse als bei den Luxationen (fast ausschließlich Luxationsfrakturen) erzielt wurden. Ähnliche Relationen zwischen den einzelnen Verletzungsformen zeigten sich hinsichtlich des funktionellen Ergebnisses. Die volle Wiederherstellung der Halswirbelsäulen-Beweglichkeit gelang nur bei einer geringen Zahl der Patienten. Eine wesentliche Besserung des funktionellen Ergebnisses unter der Behandlung im Unfallkrankenhaus Murnau konnte bei sechs, eine leichte bei ebenfalls sechs und keinerlei Besserung bei vier Patienten festgestellt werden. Das schwer beurteilbare subjektive Ergebnis sieht folgendermaßen aus: Völlige Beschwerdefreiheit gaben nur 11,4 % der Patienten an, während Klopff-, Druck- und Stauchungsschmerzen von

68,2 %, Schmerzen bei Kopfdrehbewegungen von 59,1 % sowie Schmerzen und Mißempfindungen im Ruhezustand von 27,3 % bei Behandlungsabschluß noch geschildert wurden. Die Relationen zwischen den Verletzungsformen gleichen denen bei den anatomischen und funktionellen Ergebnissen. Neun Patienten berichteten unter der Behandlung im Unfallkrankenhaus Murnau von einer wesentlichen Besserung, fünf von einer leichten, während bei fünf die subjektiven Beschwerden gleichblieben. Diese Zahlen kehren jedenfalls (ebenso wie die entsprechenden beim funktionellen Ergebnis) den Wert der Übungsbehandlung deutlich hervor. Eine weitgehende Korrelation zwischen dem anatomischen, funktionellen und subjektiven Ergebnis fand sich bei 73,7 % aller Patienten. Die weitgehende Übereinstimmung zwischen dem funktionellen und subjektiven Ergebnis allein fiel allerdings noch wesentlich deutlicher aus. Sowohl die anatomischen wie auch die funktionellen und subjektiven Ergebnisse fielen bei Primärbehandlung im Unfallkrankenhaus Murnau durchschnittlich besser aus als bei Vorbehandlung in auswärtigen Kliniken.

Die Gesamt-Letalitätsrate (ohne Berücksichtigung der Todesursache) betrug 10 %.

Die gesamte Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) lag im Mittel bei 40,5 %, die durchschnittliche MdE auf chirurgischem Fachgebiet bei 26,4 %, unter Weglassung der Fälle, bei denen Nebenverletzungen ins Gewicht fielen, rein chirurgisch bei 20,8 %. Nur 15 % der Patienten blieben chirurgischerseits ohne Rentenanspruch. Dens axis-Frakturen und Atlas- und Axisluxationen wiesen die höchsten durchschnittlichen MdE - Raten auf.

Abschließend werden die wesentlichen Daten aller 51 Behandlungsfälle in einer Gesamtübersicht zusammengefaßt.

E. Literaturverzeichnis

- AHLGREN, P., u.
J.V. DAHLERUP: Fractura Condylus occipitalis - Ein
neuer Fall von isolierter Fraktur
Fortschr. Röntgenstr. 101, 202 (1964)
- AHLGREN, P.,
MYGIND, T., u.
B. WILHJELM: Eine selten vorkommende Fractura Basis
cranii
Fortschr. Röntgenstr. 97, 388 (1962)
- ALBEE: zit. n. GULEKE (1950)
- ALBRECHT: zit. n. TORKLUS und GEHLE (1970)
- AMYES, E.W., u.
F.M. ANDERSON: Fracture of the Odontoid Process
Arch. Surg. 72, 377 (1956)
- ANDRADE, J.R., u.
J. MACNAB: Anterior Occipito-Cervical Fusion Using
an Extra-Pharyngeal Exposure
J. Bone Jt Surg. 51-A, 1621 (1969)
- ANH, N.Q.,
AN, D. v.,
CHUONG, N.v., u.
D.N. THANH: Dislocation crâniorachidienne par frac-
ture traumatique de l'odontoide
Radiol. diagn. 5, 1 (1964)
- BAKKE: zit. n. BROCHER (1955) und EXNER (1954)
- BARTH, T.: Zur Therapie der Halswirbel-Frakturen
und -Luxationen
Beitr. Orthop. 12, 723 (1965)
- BAUMECKER, H.: Traumatische Schädigungen der Halswir-
belsäule und ihre Spätergebnisse
Mchn.med.Wschr. 82, 127 (1935)

- BENNINGHOFF-
GOERTTLER: Lehrbuch der Anatomie des Menschen
Bd. I, 7. Aufl.
Urban & Schwarzenberg, München-Berlin
1960
- BERENASCONI, V.,
TRIZAPETE, R., u.
R. GELOSA: Contributo alla conoscenza delle com-
plicanze midollari tardive nelle frat-
ture misconosciute del dente dell'
epistrofeo
Arch. Ortop. 72, 1298 (1959)
- BETTAG, W., u.
W. GROTE: Versorgung von Halswirbelerletzungen
Med. heute 13, 4 (1971)
- BIRZLE, H.: Eine ungewöhnliche Fraktur des 2. Hals-
wirbels
Fortschr. Röntgenstr. 89, 492 (1958)
- BLOCKLEY, N.J., u.
D.W.PURSER: Fractures of the Odontoid Process of
the Axis
J. Bone Jt Surg. 38-B, 794 (1956)
- BLUMENSAAT, C.: Sagittale Längsbrüche der Halswirbel-
körper
Chirurg 19, 52 (1948)
- BÖHLER, J.: Die Verrenkung des Atlas nach hinten
mit Abbruch des Dens epistrophei und
ihre Behandlung
Schweiz.med.Wschr. 78, 184 (1948)
- Ders.: Operationsindikation und Technik bei
frischen Brüchen des Dens epistrophei
Zbl. Chir. 87, 657 (1962)

- Ders.: Die operative Behandlung der Pseudarthrosen des Dens epistrophei mit vorderer und hinterer Spondylodese
Acta chir. Austr. 2, 28 (1970)
- Ders.: Morphologie der Halswirbelverletzungen nach ätiologischen Gesichtspunkten
Hefte Unfallheilk. 108, 11 (1971)
- BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung
Bd. I, 13. Aufl.
Maudrich, Wien 1951
- BOEVER, F., u. P. HENNEBERT: Les dislocations non traumatiques de la colonne cervicale
Rev. Chir. orthop. 39, 24 (1953)
- BRISKIN, B.S.: Reduction of Luxated Cervical Vertebrae with Employment of Muscular Relaxants
Klin. Chir. 12, 78 (1963)
- BROCHER, J.E.W.: Die verkannten Wirbelsäulenverletzungen und Pseudofrakturen der Wirbelsäule
Thieme, Leipzig 1944
- Ders.: Die Occipito-Cervicalgegend
Thieme, Stuttgart 1955
- Ders.: Die Atlasluxationsfraktur
Fortschr. Röntgenstr. 94, 224 (1961)
- Ders.: Die Wirbelsäulenleiden und ihre Differentialdiagnose, 3. Aufl.
Thieme, Stuttgart 1962

- Ders.: Die basiläre Impression
Röntgenbl. 17, 309 (1964)
- Ders.: Die Wirbelsäulenleiden und ihre Differentialdiagnose, 5. Aufl.
Thieme, Stuttgart 1970
- BRÜHL: zit. n. HOPF (1958)
- BRUNNER: zit. n. SCHLÄFLI (1946)
- BRUSSATIS, F., u. M. MÜLLER: Okzipito-zervikale Arthrodesen durch Verriegelungsspan
Z. Orthop. 84, 369 (1964)
- BÜRKLE DE LA CAMP, H.: Zur Behandlung von Halswirbel-Luxationen
Dtsch. Z. Chir. 292, 514 (1959)
- BÜRKLE DE LA CAMP: zit. n. HACKETHAL (1961)
- CHARBONNEL, M., u. A. SICARD: Traitement des fractures fermées récentes du rachis
Congr. franc. chir. 47, 126 (1938)
- CLOWARD: zit. n. SCHÜRMANN (1970) und JUNGHANS (1970)
- COLSEN, K.: Atlanto-Axial Fracture-Dislocation
J. Bone Jt Surg. 31-B, 395 (1949)
- CONE, W., u. W.G. TURNER: The Treatment of Fracture-Dislocations of the Cervical Vertebrae by Skeletal Traction and Fusion
J. Bone Jt Surg. 19, 584 (1937)

- CORNER: zit. n. DEAK und AFRA (1965)
- CROOKS u.
BIRKETT: zit. n. NACHEMSON (1960)
- CRUTCHFIELD, W.G.: Skeletal Traction for Dislocation of
the Cervical Spine
Sth. Surgeon 2, 156 (1933)
- DANKMEJER u.
RETHMEIER: zit. n. BROCHER (1955)
- DEAK, G., u.
D. AFRA: Über Frakturen des Dens epistrophei
verbunden mit Atlasluxationen
Zbl. Neurochir. 26, 226 (1965)
- DELORME, T.L.: Axis-Pedicle Fractures
J. Bone Jt Surg. 49-A, 1472 (1967)
- DESENFANS: zit. n. MÖRL (1948)
- DIECKMANN: zit. n. TORKLUS und GEHLE (1970)
- DONALDSON, J.S.: Acquired Torticollis in Children and
Young Adults
J. Amer. Med. Ass. 160, 458 (1956)
- DUNBAR, H.S., u.
B.S. RAY: Chronic Atlanto-Axial Dislocations with
Late Neurological Manifestations
Surg. Gynec. Obstet. 113, 757 (1961)
- DURBIN, F.C.: Fracture-Dislocations of the Cervical
Spine
J. Bone Jt Surg. 39-B, 23 (1957)

- EMMINGER, E.: Zur pathologischen Anatomie des Schleudertraumas der Halswirbelsäule
Langenbecks Arch. klin.Chir. 316, 445
(1966)
- Ders.: Pathologisch-anatomische Befunde bei
frischer Halswirbelsäulen-Verletzung
Beitr. Orthop. 104, 282 (1968)
- Ders.: Das Schleudertrauma in der Begutachtung
Mschr. Unfallheilk. 73, 102 (1970)
- ESTRIDGE, N.M., u. R.A. SMITH: Anterior Cervical Fusion - Solution of
a Particular Problem
J. Neurosurg. 20, 441 (1963)
- ESTRIDGE, N.M., u. R.A. SMITH: Transoral Fusion of Odontoid Fracture
J. Neurosurg. 27, 462 (1967)
- EVARTS, C.M.: Traumatic Occipito-Atlantal Dislocation
J. Bone Jt Surg. 52-A, 1653 (1970)
- EXNER, G.: Die Halswirbelsäule - Pathologie und
Klinik
Thieme, Stuttgart 1954
- FANG, H.S.J., u. G.B. ONG: Direct Anterior Approach to the Upper
Cervical Spine
J. Bone Jt Surg. 44-A, 1588 (1962)
- FARTHING: zit. n. EVARTS (1970)
- FEHR, A.M., u. T. PREISS: Über die transdentale Atlasluxation
Schweiz.med.Wschr. 90, 959 (1960)

- FELTEN, H.: Über Atlasluxationen
Z. Orthop. 89, 293 (1967)
- FICK: zit. n. BROCHER (1955)
- FINCKL: zit. n. BROCHER (1955)
- FINESCHI, G.: Considerazioni sulle fratture del dente
dell' epistrofeo per lussazione poste-
riore dell' atlante
Arch. Ortop. 43 (1950)
- FISCHEDICK: zit. n. BROCHER (1955)
- FISCHER, H., u.
W. SPANN: Pathologie des Traumas
Bergmann, München 1967
- FORSYTH, H.F.,
ALEXANDER, E.,
DAVIS, C., u.
R. UNDERDAL: The advantages of Early Spine Fusion in
the Treatment of Fracture-Dislocations
of the Cervical Spine
J. Bone Jt Surg. 41-A, 17 (1959)
- FRANKE, D., u.
E. JOSTES: Symptomarme Frakturen des Dens epistrophei
Med. Welt 14, 1665 (1963)
- FRITZSCHE, E.: Über die Fraktur des Zahnfortsatzes des
Epistropheus
Dtsch. Z. Chir. 7, 120 (1913)
- FROMM, G.H., u.
S.E. PITNER: Late Progressive Quadripareisis Due to
Odontoid Agnesis
Arch. Neurol. 9, 291 (1963)
- GABRIELSEN-MAXWELL: zit. n. EVARTS (1970)

- GALLIE, W.E.: Fractures and Dislocations of the Cervical Spine
Am J. Surg. 46, 495 (1939)
- GARBER, N.J.: Abnormalities of the Atlas and Axis
Vertebrae - Congenital and Traumatic
J. Bone Jt Surg. 46-A, 1782 (1964)
- GAY, J.R., u.
K.H. ABBOTT: Common Whiplash Injuries of the Neck
J. Am. Med. Ass. 152, 1968 (1953)
- GEIPEL: zit. n. TORKLUS und GEHLE (1970)
- GELEHRTER, G.: Über die Verhältnisse am Wirbelkanal bei
Verrenkungen des Atlas nach vorne
Arch. orthop. Unfallchir. 52, 27 (1960)
- Ders.: Spezielle Röntgendiagnostik der Hals-
wirbelsäulenverletzungen
Verhandl. Dtsch.Orthop. Ges. 1961
- Ders.: Flexionsverrenkungen der Halswirbelsäule
mit Verschiebung des Wirbelkörpers
nach hinten
Mschr. Unfallheilk. 72, 29 (1969)
- GELEHRTER, G., u.
H.P. VITALI: Verletzungsformen der Halswirbelsäule
mit Ausnahme der Kopfgelenke
Arch. orthop. Unfallchir. 52, 287 (1960)
- GERLACH, J., u.
H.-P. JENSEN: Die Verletzungen der Wirbelsäule
In: Traumatologie in der chirurgischen
Praxis, hg. v. BÖTTGER u. Mitarb.
Springer, Berlin-Heidelberg-New York
1965

- GOL, A.: Severe Cervical Spine Injuries
J. Trauma 5, 379 (1965)
- GOMBERT, H.-J.: Dens-Fraktur mit maximaler dorsaler Luxation des Atlas ohne tödliche Folge
Fortschr. Röntgenstr. 91, 521 (1959)
- GROGONO, B.J.S.: Injuries of the Atlas and Axis
J. Bone Jt Surg. 36-B, 397 (1954)
- GROTE, W.,
WÜLLENWEBER, R., u.
W. BETTAG: Behandlung cervikaler Luxationsfrakturen
durch ventrale Fasion
Chirurg 38, 138 (1967)
- GUILLAUME, H.J., u. P. LUBIN: Traitement des Luxations de l'atl. par
osteosy. metallique
Presse med. 49, 667 (1941)
- GULEKE, N.: Allgemeine und Spezielle chirurgische
Operationslehre
Bd. II, 2. Aufl.
Springer, Berlin-Heidelberg-New York
1950
- GUTMANN, G.: Der 1. und 2. Halswirbel - Therapeutische
Möglichkeiten und Gefahren
Med. Klin. 49, 1315 (1954)
- GUTTMANN, L.: Behandlung und Rehabilitation bei
Rückenmarksläsionen
Schweiz. med. Wschr. 88, 511 (1958)
- HACKETHAL, K.H.: Zur Technik der Einrichtung von Hals-
wirbel-Luxationen
chir.praxis 5, 193 (1961)

- HAMBLEN, D.L.: Occipito-Cervical Fusion - Indications, Techniques and Results
J. Bone Jt Surg. 49-B, 33 (1967)
- HAMBLY, E.H.T.: Fracture of the Odontoid Process.
A Method of Fixation
Lancet 247, 851 (1944)
- HANCEVIC, J.: Beitrag zum Problem der Extensionsbehandlung der Halswirbelbrüche
Chirurg 33, 550 (1962)
- HARALDSON, R.H., u. H.B. BOYD: Posterior Dislocation of the Atlas on the Axis without Fracture
J. Bone Jt Surg. 51-A, 561 (1969)
- HARRFELDT, H.P.: Seltene Ursache eines Bruches des Dens epistrophei durch seitliche Gewalteinwirkung
Mschr. Unfallheilk. 60, 365 (1957)
- HAUMANN, W.: Die Wirbelbrüche und ihre Endergebnisse
Enke, Stuttgart 1930
- HAYEK: zit. n. TORKLUS und GEHLE (1970)
- HENLE: zit. n. GULEKE (1950)
- HENTZER, L., u. M. SCHALIMTZEK: Fractures and Subluxations of the Atlas and Axis
Acta orthop. Scand. 42, 251 (1971)
- HERION, W.: Zur Dauerextensionsbehandlung der Halswirbelsäule
Chirurg 30, 104 (1959)

- HERZBERGER, E.E.: Anterior Cervical Fusion in the management of Cervical Spine Fracture-Dislocations
Wiscon. Med. J. 61, 601 (1962)
- HINCHEY, J.J., u. W.H. BICKEL: Fracture of the Atlas
Ann. Surg. 121, 826 (1945)
- HINZ, P., u. H. ERDMANN: Zur manuellen Untersuchung der Halswirbelsäule in der Gutachterpraxis
Z. Orthop. 104, 28 (1967)
- HIPP, E., u. W. KEYL: Frakturen an Atlas und Axis
Fortschr. Med. 81, 589 (1963)
- HOEN: zit. n. SCHNEIDER (1957)
- HOHMANN, D.: Spontane atlanto-axiale Ventralluxationen bei Spondylarthritidis ankylopoetica mit intermittierenden Lähmungen
Arch. orthop. Unfall-Chir. 59, 56 (1966)
- HOLDENER, F.: Frakturen und Luxationen der Halswirbelsäule
Dissertation, Zürich 1964
- HOLLE, F., u. E. SONNTAG: Grundriß der gesamten Chirurgie
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960
- HOLLIN, S.A., HAYASHI, H., u. S.W. GROSS: Management of Cervical Spine Dislocations with Locked Facets
Surg. Gynec. Obstet. 124, 521 (1967)

- HOPF, A.: Die Verletzungen der Wirbelsäule
In: Handbuch der Orthopädie, hg. v.
HOHMANN-HACKENBROCH-LINDEMANN
Thieme, Stuttgart 1958
- ISDALE, I.C., u. Atlanto-Axial Subluxation
P.W. CONLON: Ann. rheum. Dis. 30, 387 (1971)
- ISDALE, I.C., u. Backward Luxation of the Atlas
A.B. CORRIGAN: Ann. rheum. Dis. 29, 6 (1970)
- JACKSON, R.: Die konservative Behandlung bei Verlet-
zungen der Halswirbelsäule
Verhandl. Dtsch. Orthop. Ges. 50. Kongr.
189 (1962)
- JAHNA, H.: Behandlung und Behandlungsergebnisse von
36 Brüchen des Dens epistrophei, davon
18 mit Verschiebung des Atlas
Hefte Unfallheilk. 68, 99 (1961)
- Ders.: Wie kann man Pseudarthrosen nach Brüchen
des Dens epistrophei vermeiden ?
chir. praxis 2, 59 (1965)
- Ders.: Behandlung und Behandlungsergebnisse von
90 Densfrakturen und -luxationsfrakturen
Hefte Unfallheilk. 108, 72 (1971)
- JAHNA, H., u. Was kann man mit der konservativen Behand-
H. WITTICH: lung der Halswirbelfrakturen, Luxationen
und Luxationsfrakturen erreichen ?
Hefte Unfallheilk. 108, 63 (1971)

- JANTZEN, u.
DIECKMANN: zit. n. TORKLUS und GEHLE (1970)
- JEFFERSON, G.: Fracture of the Atlas Vertebra
Brit. J. Surg. 7, 407 (1920)
- JIMENO-VIDAL: zit. n. MÖRL (1948)
- JONASCH, E.: Die isolierten Brüche der Wirbeldorn-
fortsätze
Mchn.med.Wschr. 109, 2001 (1967)
- JONASCH, E.: Unfallchirurgische Operationen 2. Aufl.
de Gruyter, Berlin 1970
- JONASCH, K., u.
P. HINZ: Hinterhauptsabriß von der Halswirbelsäule
Mschr. Unfallheilk. 72, 89 (1969)
- JUNG, H.-P., u.
BRENINEK, A.: Subluxationen der Halswirbelsäule
Beitr. Orthop. 16, 209 (1969)
- JUNGHANNS, H.: Verblockungsoperationen bei Frakturen
der Halswirbelkörper
Mschr. Unfallheilk. 73, 443 (1970)
- Ders.: Operative Behandlungen für die Schleu-
der- und Abknickverletzungen der Hals-
wirbelsäule
Mschr. Unfallheilk. 74, 485 (1971)
- Ders.: Die gesunde und die kranke Wirbelsäule
in Röntgenbild und Klinik, 5. Aufl.
Thieme, Stuttgart 1968

- JUNGHANNS, K.: Die kombinierte Verletzung des Schädels und der Halswirbelsäule
Mschr. Unfallheilk. 73, 97 (1970)
- KAHN, E.A., u. L. YGLESIAS: Progressive Atlanto-Axial Dislocation
J. Am. Med. Ass. 105, 348 (1935)
- KIENBÖCK: zit. n. TORKLUS und GEHLE (1970) und DEAK und AFRA (1965)
- KIRSCHNER, R.: Arthrodese vom hinteren Zugang bei Halswirbelsäulen-Verletzungen
actuelle chir. 2, 225 (1968)
- Ders.: Die Aufgabe der inneren Fixation bei Verletzungen der Halswirbelsäule
Wien.med.Wschr. 118, 32 (1968)
- Ders.: Die Anwendung der Drahtfixation bei Wirbelbrüchen unter Berücksichtigung der natürlichen Stabilität der Halswirbelsäule
Z. Orthop. 108, 563 (1971)
- KLOSS, K.: Spätbeschwerden 35 Jahre nach Fraktur des Dens epistrophei
Wien.med.Wschr. 116, 1050 (1966)
- KÖNIG, E.: Der Querfortsatzbruch an der Halswirbelsäule
Mschr. Unfallheilk. 70, 225 (1967)
- KOHLRAUSCH, W.: Krankengymnastische Behandlung von Wirbelsäulenschäden
Z. Bäder-Klimahk. 8, 230 (1961)

- LANNELONGUE: Zit. n. BROCHER (1955)
- LESTER u.
MOIR: zit. n. BROCHER (1955, 1962)
- LEWITT u.
KRAUSOVA: zit. n. TORKLUS und GEHLE (1970)
- LIECHTI: zit. n. EXNER (1954)
- LOB, A.: Die Wirbelsäulenverletzungen und ihre
Ausheilung, 2. Aufl.
Thieme, Stuttgart 1954
- Ders.: Verletzungen der Wirbelsäule
Fortschr. Röntgenstr. 84, (1956)
- Ders.: Die Wirbelsäulenverletzungen
Mschr. ärztl. Fortb. 5, 1 (1956)
- Ders.: Das Wirbelsäulentrauma in der Begutach-
tung der sozialen Unfallversicherung
Wirbelsäule in Forsch. u. Praxis 2,
45 (1959)
- Ders.: Begutachtung traumatischer Schädigungen
der Wirbelsäule
In: Handbuch der Unfallbegutachtung
Bd. III, hg. v. A. LOB, Enke, Stuttgart
1973
- LORENZ, R.: Beurteilung der Halswirbelsäulen-Ver-
letzungen mit besonderer Berücksichti-
gung von Kombinationsschäden
Fortschr. Röntgenstr. 104, 807 (1966)

- MAGNUS: zit. n. HACKETHAL (1961)
- MAIGNE, R.: Die manuelle Wirbelsäulentherapie
Hippokrates, Stuttgart 1961
- MALAWSKI, S.: Behandlung veralteter Verrenkungen der
Halswirbelsäule
Beitr. Orthop. 13, 168 (1966)
- MASTNY, V., u.
J. MACIK: Rehabilitationspflege bei Halswirbel-
verletzungen
Beitr. Orthop. 18, 280 (1971)
- MAURER, W., u.
A. LEVI: Ein Schädelhalter mit auswechselbaren
Sicherheitsstiften zur Behandlung fri-
scher Halswirbelverletzungen
Chirurg 36, 324 (1965)
- McKENZIE: zit. n. SCHNEIDER (1957)
- McREA: zit. n. TORKLUS und GEHLE (1970)
- MERLE D'AUBIGNE: zit. n. GUTTMANN (1958)
- MIXTER, S.J., u.
R.B. OSGOOD: Traumatic Lesions of Atlas and Axis
Ann. Surg. 51, 193 (1910)
- MOLLIER: zit. n. TORKLUS und GEHLE (1970)
- MÖRL, F.: Zur Methodik der Einrichtung von Hals-
wirbelverrenkungen
Zbl. Chir. 73, 472 (1948)

- MÖRL, F., u.
E. SANDER: Zur operativen Behandlung der instabilen
Halswirbel-Verrenkungen
Zbl. Chir. 91, 137 (1966)
- MÜLLER, E.: Das Schleudertrauma der Halswirbelsäule
und seine verschiedenen Folgen
Dtsch.med.Wschr. 91, 588 (1966)
- NACHEMSON, A.: Fracture of the Odontoid Process of the
Axis
Acta orthop. Scand. 30, 185 (1960)
- NEUBEISER, B.L.A.: A Method of Skeletal Traction for Extension of the Neck
J. Miss. M. Ass. 30, 495 (1933)
- NEWMAN, P., u.
R. SWEETNAM: Occipito-Cervical Fusion
J. Bone Jt Surg. 51-B, 423 (1969)
- NICOL, M., u.
A. JAVALET: Le verouillage précoce des fractures de
l'apophyse odontoïde avec luxation
anterieure de l'atlas
Acad. Chir. Paris 78, 767 (1952)
- NOODT, H.: Erfahrungen bei 30 Frakturen der Hals-
wirbelsäule
Mschr. Unfallheilk. 67, 18 (1964)
- OLSSON: zit. n. BROCHER (1955)
- OSGOOD, R.B., u.
C.C. LUND: Fracture of the Odontoid Process
N. Engl. Med. 198, 61 (1928)

- OTTO, K., u.
D. LINDENBERG: Behandlungsergebnisse bei Frakturen und
Luxationen der Halswirbelsäule - Spät-
resultate bei 26 Überlebenden
Mschr. Unfallheilk. 71, 186 (1968)
- PAIN, A.B.: Injuries of the Cervical Spine
Med. Press 241, 519 (1959)
- PELLINI: zit. n. HOPF (1958)
- PETERS u.
MINAUF: zit. n. BROCHER (1955)
- PIA, H.W.: Die operative Behandlung zervikaler
Wirbelsäulenverletzungen
Dtsch.med.Wschr. 94, 716 (1969)
- PLAUT, H.F.: Fracture of the Atlas in Automobile
Accidents
J. Am. Med. Ass. 110, 1892 (1938)
- POSER, H.,
FÜLSCH, U.,
GERSPACH, A., u.
J. PINGEL: Pathologische Densfraktur mit seitli-
cher Atlasluxation
Fortschr. Röntgenstr. 115, 391 (1971)
- PROBST, J.: Schwer erkennbare Halswirbelsäulenver-
letzungen unter dem Bild des HWS-Syn-
droms
Med. Klin. 58, 739 (1963)
- Ders.: Der frische Wirbelbruch im Röntgenbild
Wirbelsäule in Forsch. u.Praxis 28, 58
(1964)

- Ders.: Wirbelsäulenverletzungen bei Kindern und Jugendlichen und ihre Folgen
Mchn.med.Wschr. 113, 772 (1971)
- RAUBER-KOPSCH: Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen, Bd. I, 20. Aufl.
Thieme, Stuttgart 1967
- REICHENBACH, W.: Zur Anwendung der vorderen Wirbelfusion nach Cloward bei Verletzungen der Halswirbelsäule
Schweiz.Arch.Neurochir. Psychiatr. 107, 231 (1970)
- REITER: zit. n. BROCHER (1955)
- ROBINSON, R.A., u. W.O. SOUTHWICK: Indications and Technics for Early Stabilization of the Neck in Some Fracture-Dislocations of the Cervical Spine
Sth. Med. J. 53, 565 (1960)
- ROBERS, W.A.: Treatment of Fracture - Dislocation of the Cervical Spine
J. Bone Jt Surg. 24, 245 (1942)
- Ders.: Fractures and Dislocations of the Cervical Spine
J. Bone Jt Surg. 39-A, 341 (1957)
- RUSSE, O.: Zur operativen Behandlung von Verletzungen der Halswirbelsäule
Hefte Unfallheilk. 108, 136 (1971)

- SAEGESSER, M.: Spezielle chirurgische Therapie, 8. Aufl.
Karger, Basel 1972
- SCHATZKER, J., RORABECK, C.H., u. J. Bone Jt Surg. 53-B, 392 (1971)
J. WADDELL:
- SCHILLING, F., HAAS, J.P., u. M. SCHACHERL: Die spontane atlanto-axiale Dislokation
(Ventralluxation des Atlas) bei chronischer Polyarthritits und Spondylarthritits ankylopoetica
Fortschr. Röntgenstr. 99, 518 (1963)
- SCHLÄFLI, O.: Die isolierten Frakturen des Dens epistrophei
Mitt. Med. Abt. Schweiz. Unfallvers. Anstalt 20, 108 (1946)
- SCHLARB, H.: Über Komplikationen bei der Verwendung des Crutchfieldbügels bei Halswirbelfrakturen
Mschr. Unfallheilk. 74, 435 (1971)
- SCHLEGEL, K.F.: Der Atlasbogenbruch nach JEFFERSON
Hefte Unfallheilk. 56, 161 (1958)
- Ders.: Die akuten Schleuderverletzungen der Halswirbelsäule und ihre Behandlung
Beitr. Orthop. 104, 265 (1968)
- Ders.: Mißbildungen, Verletzungen und Erkrankungen der Wirbelsäule
In: Handbuch der Neurochirurgie, Bd. VII/1,
Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1969

- SCHLESINGER, E.B., u. Lesions of the Odontoid and Their
J.M. TAVERAS: Management
Am. J. Surg. 95, 641 (1958)
- SCHMIEDEN: zit. n. L. BÖHLER (1951)
- SCHMIEDEN, V., u. Die Verletzungen der Wirbelsäule
L. MAHLER Enke, Stuttgart 1943
- SCHMITT, G., u. Zur Diagnostik und Klinik traumatischer,
E. LÖHR: entzündlicher und tumoröser Veränderungen
im atlanto-axialen Bereich
Dtsch.med.Wschr. 94, 421 (1969)
- SCHNEIDER, R.C.: Cervical Traction with Evaluation of
Methods and Treatment of Complications
Surg. Gynec. Obstet. 104, 521 (1967)
- SCHRÖDER, G.: Ungewöhnliche Sportverletzung beim Boden-
turnen (isolierte Atlasfraktur)
Sportarzt 13, 222 (1962)
- SCHÜRMANN, K.: Akutversorgung der Halswirbel-Luxationen
und Luxationsfrakturen in neuem Stadium
Med. Tribune 5, 23 (1970)
- SCHÜRMANN, K., u. Die Behandlung der cervikalen Luxations-
G. BUSCH: frakturen durch die ventrale Fusion
Chirurg 41, 225 (1970)
- SCHNEIDER, R.C., u. Chronic Neurological Sequelae of Acute
E.A. KAHN: Trauma to the Spine and Spinal Cord
J. Bone Jt Surg. 38-A, 985 (1956)

- SELIVANOV, V.P., u. N.M. NIKITIN: The Use of Thoraco-Cranial Plaster Cast
in Reduction of the Cervical Vertebrae
Luxations
Ortop. Trav. Prot. 27, 26 (1966)
- SHARP u. PURSER: zit. n. SCHILLING, HAAS und SCHACHERL
(1963)
- SHERK, H.H., u. J.T. NICHOLSON: Fractures of the Atlas
J. Bone Jt Surg. 52-A, 1017 (1970)
- SICARD, A.: Les séquelles des lésions traumatiques
de la charnière cervico-occipitale
Rev. Rheum. 30, 545 (1963)
- SIMONS, B.: Röntgendiagnostik der Wirbelsäule
Fischer, Jena 1951
- SOUSTELLE: zit. n. SCHNEIDER (1957)
- SOUTHWICK, u. ROBINSON: zit. n. FANG und ONG (1962) und
ANDRADE und MACNAB (1969)
- SPENCE, K.F., DECKER, S., u. K.W. SELL: Bursting Atlantal Fracture Associated
with Rupture of the Transverse Ligament
J. Bone Jt Surg. 52-A, 543 (1970)
- STOCK: zit. n. HOPF (1958)
- TORKLUS, D. v., u. W. GEHLE: Die obere Halswirbelsäule - Regionale
Morphologie, Pathologie und Traumatologie
Thieme, Stuttgart 1970

- TREFFTZ, F., u.
J. BERNHARD: Fehlbildungen am Atlasbogen und ihre
Bedeutung für die Traumatologie
Zbl. Chir. 88, 405 (1963)
- TROJA, G.: Frattura isolata del processo odontoide
dell' epistrofeo senza sintomi midollari
Minerva chir. 6, (1951)
- VERBIEST, H.: Anterior Operative Approach in Cases of
Spinal Cord Compression by Old Irreducib-
le Displacement or Fresh Fracture of
Cervical Spine
J. Neurosurg. 19, 389 (1962)
- VERJAAL, A., u.
N.C. HARDER: Backward Luxation of the Atlas
Acta Radiol. Diagn. 3, 173 (1965)
- VINKE, T.H.: A Skull-Traction Apparatus
J. Bone Jt Surg. 30-A, 522 (1948)
- VINZ, H.: Die Subluxation im Bereich der oberen
Halswirbelsäule bei Kindern
Arch. orthop. Unfall-Chir. 56, 531 (1964)
- VOIGT, G.E.: Zur Mechanik der Ringbrüche der Schädel-
basis und der Verletzungen der oberen
Halswirbelsäule
Arch. orthop. Unfall-Chir. 54, 598 (1962)
- VOSS-HERRLINGER: Taschenbuch der Anatomie
Bd. I, 12. Auf.,
Fischer, Stuttgart 1963

- WAGNER u.
STOLPER: Die Verletzungen der Wirbelsäule und des
Rückenmarks
Dtsch. Chir. Lief. 40, Enke, Stuttgart
1898
- WALTON: zit. n. KAHN u. YGLESIAS (1935)
- WANKE, R.,
MAATZ, R.,
JUNGE, H., u.
W. LENTZ: Knochenbrüche und Verrenkungen
2. Aufl.
Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-
Wien 1967
- WATSON-JONES, R.: Fractures and Joint Injuries
Bd. II, 4. Aufl., The Williams and
Wilkins Co., Baltimore 1955
- WEGENER, H.: Frakturen und Luxationen der Halswirbel-
säule ohne neurologische Ausfälle
Fortschr. Röntgenstr. 27, 751 (1962)
- WEHNER, W.: Formen und Behandlungsmöglichkeiten der
Halswirbelluxationen
Z. ärztl. Fortb. 61, 61 (1967)
- WEISS, R.: Zur röntgenologischen Begutachtung der
Okzipito-Zervikalgegend in der Versor-
gungsmedizin
Fortschr. Röntgenstr. 89, 53 (1958)
- WENGEN, H.C.: Zum Zahnbruch des 2. Halswirbels
Z. Unfallmed. Berufskrankh. 41, 87 (1948)
- WERNE, S.: Spontaneous Atlas Dislocation
Acta orthop. Scand. 25, 32 (1955)

- WILSON, P.D.: Fracture Dislocations of Atlas and Axis
Congr. Int. de Chir. Orthop. Vienne
315 (1963)
- WOLLIN, D.G., u. E.H. BOTTERELL: Symmetrical Forward Luxation of the Atlas
J. Amer. Roentgenol. 72, 575 (1958)
- WOOD-JONES: zit. n. NACHEMSON (1960)
- WÜSTHOFF: zit. n. SCHATZKER (1971)
- ZETTEL, H.: Nicht erkannte Halswirbelfrakturen bei Schädeltraumen
Wirbelsäule in Forsch. u. Praxis 25,
181 (1961)
- ZIEGLER, H.: Dens epistrophei-Fraktur
Dtsch. Z. Chir. 288, 443 (1958)

Herrn Professor Dr. med. A. Lob, ehemaliger Chef-
arzt des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkranken-
hauses Murnau, danke ich herzlich für die Anregung
und Vergabe der Arbeit, die freundliche Unterstützung
und die Übernahme des Referates.

Herrn Professor Dr. med. Gg. Heberer, Direktor der
Chirurgischen Universitätsklinik München, danke ich
ergebenst für die Übernahme des Korreferates.

L e b e n s l a u f

Am 31. August 1944 wurde ich als Sohn der Kontoristin
Therese Sammassa in Rosenheim geboren.

Von 1950 bis 1957 besuchte ich in Rosenheim sieben Klassen der Volksschule. Nach dreijährigem Besuch der Rosenheimer Knabenrealschule erwarb ich im Juli 1960 die Mittlere Reife. Anschließend trat ich in die 10. Klasse des Rosenheimer Finsterwalder-Gymnasiums über, wo ich im Juli 1964 das Abitur ablegte.

Nach zweisemestrigem Studium der Germanistik, Geschichte und Geographie an der Ludwig-Maximilians-Universität in München belegte ich an der gleichen Hochschule ab dem Wintersemester 1965/66 medizinische Vorlesungen und Übungen. Den naturwissenschaftlichen Teil der ärztlichen Vorprüfung legte ich im April 1967, den medizinischen Teil derselben im Oktober 1968 ab. Das klinische Studium beschloß ich mit dem Medizinischen Staatsexamen am 15. Dezember 1971.

Im Jahre 1972 widmete ich mich im wesentlichen der Abfassung dieser Dissertation.

Von Januar 1973 bis März 1974 war ich als Medizinalassistent in verschiedenen Abteilungen des Städtischen Krankenhauses Rosenheim tätig. Derzeit bin ich als Stabsarzt bei der Bundeswehr beschäftigt.

